N° 17 15 DÉCEMBRE 1939

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : L. OLIVIER (1890-1920).
DIRECTEURS : J.-P. LANGLOIS (1910-1923), L. MANGIN (1924-1937).
DIRECTEUR :
R. ANTHONY, Professeur au Muséum national d'Histoire Naturelle.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Médecin-Capitaine Gaston DOIN, Hôpital mixte, Vernon (Eure).

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

L'habitat et les mœurs du Gorille.

Par Ach. URBAIN,
Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle

Le Gorille est le plus grand et le plus fort de tous les singes.

Il n'existe qu'une seule espèce : *Gorilla gorilla* (Savage et Wyman), qui présente deux formes.

La première forme correspond au Gorille de la côte : *Gorilla gorilla gorilla* (Savage et Wyman). On la rencontre dans la grande forêt du Gabon, du Sud Cameroun, du Congo Français, et aussi parfois en Guinée Espagnole. La deuxième forme, ou Gorille de Montagne : *Gorilla gorilla beringei* Matschie, vit dans les montagnes boisées du Congo belge; il est plus grand et plus puissant que le précédent.

A côté de ces deux formes types, il en a été signalé d'autres qui se différencient par des détails de taille, de couleur de poils, etc. Ces distinctions ne paraissent pas devoir être retenues.

Le Gorille a des formes massives, une tête volumineuse, très allongée, caractérisée par l'absence de menton et par le grand développement des arcades sourcilières qui coupent un front fuyant; ses oreilles sont petites, collées au crâne; la lèvre supérieure est très courte, la lèvre inférieure très développée et extensible. Les mâchoires, projetées en avant, montrent des canines aussi développées que celles d'un carnivore. Le nez, long, séparé par un sillon longitudinal, s'élargit à son extrémité en deux vastes narines. Le crâne est presque triangulaire, surmonté par une puissante crête osseuse, surtout accentuée chez le mâle, et qui contribue à lui donner une expression de férocité et de brutalité que l'on ne rencontre chez aucun autre grand singe. Les bras allongés le long du corps, atteignent la jambe au-dessous du genou; les mains sont larges et possèdent des doigts courts. Les membres postérieurs sont beaucoup plus courts; ils possèdent des mollets accentués et très musclés. L'abdomen devient rapidement proéminent, même chez les sujets jeunes; les adultes sont obèses.

Sauf sur la face, les doigts et la face palmaire, les poils sont abondants et longs, particulièrement aux épaules, aux cuisses et dans la région dorsale. Chez l'adulte, une épaisse crinière couvre la tête et se hérisse sous l'influence de la colère. Les poils sont noirs ou brun foncé; parfois, on en trouve des blancs, donnant à l'animal une teinte générale grise, surtout accentuée dans la région dorsale. Certains jeunes sujets présentent une petite touffe de poils blancs dans la région du coccyx; celle-ci tend à disparaître avec l'âge.

Le gorille est un quadrumane. Il se déplace, en effet, en s'appuyant normalement sur les faces plantaires et sur les faces dorsales des deuxième et troisième doigts de la main. Il déboule rapidement sur les pentes, dans les fourrés où il pénètre sans difficultés apparente. Il donne l'impression, à un observateur non averti, d'un ours noir fuyant dans la forêt. Il peut aussi se dresser sur ses pieds, il devient alors impressionnant, car sa taille peut atteindre 1 m. 80. Il manifeste alors sa fureur en tambourinant sur son vaste thorax avec ses mains énormes.

Voici les dimensions que j'ai pu relever sur un

gorille de la côte, tué à l'issue d'une battue, et qui pesait 145 kg.

Longueur de l'animal étendu, 1 m. 80;
Longueur du membre antérieur, 0 m. 90;
Longueur de la main, 0 m. 20;
Longueur du membre postérieur, 0 m. 70;
Longueur du pied, 0 m. 22;
Tour de poitrine, 2 m.

La tête osseuse d'un autre vieux mâle, tué dans la même région avait les dimensions suivantes :

Longueur totale, 326 mm.;
Longueur condylobasale, 218 mm.;
Longueur de la voûte palatine, 110 mm.;
Largeur des arcades orbitaires, 114 mm.;
Rétrécissement postorbitaire, 72 mm.;
Largeur zygomatique, 182 mm.;
Longueur de la rangée dentaire supérieure, 65,5 mm.;
Longueur de la mandibule, 187 mm.;
Longueur de la rangée dentaire inférieure, 76 mm.

Le Gorille de montagne se différencie du Gorille de la côte par sa taille plus élevée, par une toison plus épaisse et un cimier très développé, garni de poils très longs.

Le Gorille vit dans la forêt équatoriale où il se rencontre isolé ou par couple. La famille peut comprendre plusieurs petits d'âges différents. Dès qu'un mâle devient adulte, il quitte sa famille, recherche ensuite une compagne et n'hésite pas à enlever celle d'un congénère à qui il livre pour cela une bataille sans merci. Il m'a été montré le squelette d'un vieux gorille, trouvé mourant non loin d'une bananeraie où des gorilles s'étaient battus la veille; il présentait une fracture d'un bras et quatre côtes brisées. Il fut achevé par les indigènes à coups de sagaies.

Les gorilles vivent dans les fourrés très touffus; c'est là qu'à l'approche de la nuit ils font leurs nids. Celui-ci est ordinairement établi à même le sol. Chaque animal rabat sous lui des tiges feuillues, les dispose en cercle et constitue ainsi un matelas élastique sur lequel il se couche en boule. Il laisse là quelques déchets d'aliments, assez rares d'ailleurs : bractées de bourgeon de parasolier ou enveloppes de fruits. Il y dépose ses excréments, sans même chercher à s'éloigner de sa couche.

Dans certains cas, les lits peuvent être faits sur des fourches d'arbres, à des hauteurs variables du sol, mais on trouve presque toujours, à côté d'eux, un lit plus large, posé à terre, et paraissant être celui destiné au mâle.

Querelleur, batailleur, le gorille se signale parfois de loin par son cri. Celui-ci est impressionnant. C'est un rugissement qui s'amplifie peu à peu et se transforme en un hurlement difficile à décrire. Il glace souvent d'effroi ceux qui, comme moi, ont été à même de l'entendre à quelques mètres de distance. Les noirs qui accompagnent le blanc en ont une peur atroce, et beaucoup s'enfuient, perdant toute notion de sécurité.

Le Gorille est un gros mangeur; il se nourrit de fruits sauvages variés. Au Cameroun, il apprécie particulièrement une petite baie rouge que l'on trouve très abondante, par grappes de 3 à 6. L'intérieur de cette baie est constitué par une pulpe violette un peu acide, et renferme de nombreuses graines noirâtres. Les matières fécales des gorilles sont souvent farcies de cette graine. Ce fruit est appelé « esson » par les indigènes; la plante qui le fournit appartient au groupe des Scitaminées. Le Gorille se délecte aussi de bourgeons de parasolier qu'il va lui-même chercher sur les arbres, car quoique terrestre, il ne dédaigne pas, surtout lorsqu'il est jeune, d'être arboricole; il mange avec avidité la canne à sucre, la moelle de bananier qu'il préfère au fruit, fait une chasse acharnée aux termites, dont il est friand. Enfin, il n'hésite pas à dénicher les nids pour s'emparer des œufs qu'ils contiennent.

S'il se cantonne dans la forêt touffue, le Gorille ne dédaigne pas le voisinage de l'homme, car il sait y trouver ce qu'il aime, c'est-à-dire les bananes ou les cannes à sucre. Sa voracité lui fait commettre alors, dans les plantations, des dégâts importants. A vrai dire, ceux-ci ne sont pas aussi fréquents que certains les ont signalés. Au Cameroun, j'ai prospecté dans la région d'Ambam, avec le chef de subdivision, M. Richard. Pendant de nombreux jours avec le Dr Mathis, M. Bonnet, Inspecteur des Eaux et Forêts, nous avons parcouru la région d'Abong-Bang, nous y avons trouvé des nids de Gorilles; nous avons cerné, une nuit, une famille de ces anthropoïdes; nous avons entendu le cri de fureur des gorilles à quelques mètres de nous. Mais nous n'avons pas trouvé de bananeraies dévastées récemment par ces singes. Par contre, nous avons vu souvent des champs de manioc retournés complètement par les cochons sauvages (potamochères). Ce sont certainement ces derniers animaux qui dévastent le plus fréquemment les plantations du Sud-Cameroun. L'Administration reste d'ailleurs toujours maîtresse de la situation en autorisant la battue qui permettra de débarrasser le village du gorille ou de l'éléphant qui le menace.

La famille du Gorille peut comprendre, outre le mâle et la femelle, deux, quatre, six, huit enfants d'âges différents. Je n'ai jamais trouvé de familles de 20 sujets comme cela a été signalé, mais cela n'est pas impossible si l'entente arrive à se faire entre deux familles différentes.

Le Gorille femelle ne paraît être adulte qu'à 14-15 ans; le mâle le serait à 18 ans. Actuellement, à la Ménagerie du Jardin des Plantes, Solange, notre belle femelle de gorille, qui a 13 ans, n'est pas encore pubère. Le mâle, Arthur, qui est resté en captivité au Muséum pendant onze ans, n'était pas adulte à 15 ans. A vrai dire, il est difficile de suivre la vie génitale de ces anthropoïdes, dans les Parcs Zoologiques, étant donné leur fragilité et les difficultés de leur acclimatement.

Jeune, le Gorille s'attache facilement à celui qui le soigne; il lui marque un réel attachement. Son élevage en captivité est difficile. Il est très sensible aux infections pulmonaires, et il est fréquemment

infesté par des parasites intestinaux dont on le débarrasse difficilement.

On rencontre plus spécialement des ankylostomes (*Ancylostoma* sp.), des strongylidés (*Strongylus* sp.), des oxyures (*Oxyuris* sp.) des amibes, des infusoires.

Voici d'ailleurs le résultat d'un examen coprologique effectué à Londres, sur un jeune gorille que nous avons envoyé au Parc Zoologique de cette ville.

Il a été trouvé :

Plusieurs œufs d'helminthes, de nombreux œufs d'oxyures et d'ankylostomes, des larves de strongilidés. Les protozoaires moins nombreux étaient représentés par des kystes d'*Entamoeba hystolitica*, d'*Entamoeba coli* et de *Gardia*.

Il manifeste parfois une mélancolie dont rien ne peut le tirer, et que connaissent tous ceux qui ont élevé des gorilles. Il reste en boule, les deux mains autour de la tête, prend de moins en moins des aliments, et petit à petit, il s'affaiblit pour mourir d'inanition en quelques semaines.

Enfin, la capture des gorilles ne se fait pas sans risques; il faut cerner de nuit une famille, l'entourer de filets, tuer la mère pour s'emparer des petits. C'est souvent un carnage sans profit car un gorille blessé est presque toujours un animal perdu. C'est pourquoi cette capture ne doit être autorisée que dans un but scientifique et pour enrichir les collections nationales. De là, l'utilité du maintien de la protection de cette espèce, dont l'évolution est si lente.

Ach. URBAIN.

Le livre de F. Gonseth sur les Mathématiques et la Réalité: Essai sur la méthode axiomatique.

Par Jean-Louis DESTOUCHES

Dans le bel ouvrage si solidement conçu et si plein d'aperçus originaux qu'il avait consacré aux « Fondements des Mathématiques », M. Gonseth s'était révélé un esprit hardi, un logicien méthodique, un profond penseur.

Et voici que le bel effort qu'il avait poursuivi dans divers articles et divers mémoires, trouve son couronnement dans son nouveau livre « Les Mathématiques et la Réalité », qui atteint de plus hauts sommets, car il y étudie avec une critique rigoureuse le problème central de la connaissance.

Comme point de départ, l'éminent auteur met en relief l'antagonisme qui paraît exister entre deux tendances, deux orientations de notre faculté de connaître, lorsqu'on oppose « le subjectif et l'objectif; l'abstrait et le concret; le pensé et le donné; la métaphysique et la physique; le rationnel et le réel; le théorique et l'expérimental... ».

Mais, sous cette dualité apparente, il existe une certaine concordance, un certain parallélisme, une certaine connexion entre les deux ordres de réalité, de sorte que, poursuivant ce point de vue unificateur, M. Gonseth pose le « problème de l'adéquation du rationnel au réel », non pour en donner une solution définitive qui serait contraire à l'esprit de son livre, mais pour élaborer la systématique qui s'en impose et qu'il appelle « l'idéonisme ».

Après avoir esquissé d'une façon générale la notion du concept et sa signification en devenir, il l'étend peu à peu à tous les domaines. Tour à tour le géométrique, le numérique et jusqu'au logique se manifesteront, non comme des reproductions fidèles et immuables de réalités idéales, comme le voudrait Parfait le platonicien dans le dialogue imaginé par l'auteur, ni comme des systèmes autonomes, assurés d'une cohérence et d'une certitude interne inattaquables, comme l'affirme son autre personnage Sceptique, mais comme des systèmes de représentation abstraits, au double visage tourné à la fois vers l'intuitif et vers l'abstrait supérieur, et résultant de l'application, aux données brutes de la sensation, du processus d'axiomatisation proposé à notre esprit. Grâce à cette faculté, s'explique le fait que, dans l'abstrait, se manifestent des caractères nouveaux inexistant dans le concret et se perdent des qualités propres uniquement au concret, chaque abstrait réagissant, d'une part, sur notre conception du concret dont il a été tiré et pouvant, d'autre part, être lui-même considéré comme un concret en face de notre pouvoir de schématiser indéfiniment : prolongement ininterrompu, et gouverné par des fins pratiques, d'une notion dans une autre, à des degrés divers d'abstraction. Ce que M. Gonseth montre à propos du concept de droite géométrique obtenu à partir de l'arête d'un cristal, pourrait être également décrit à partir de la notion de morcellement, à l'origine action physique, et susceptible de prolongement dans l'abstrait.

En suivant cette voie, l'auteur arrive à une « doctrine préalable », c'est-à-dire à une conception générale de l'axiomatisation : la logique en tant que physique de l'objet quelconque, telle qu'elle puisse être considérée comme la plus ouverte possible, la mieux susceptible de se prêter à toutes les extensions, à toutes les adaptations, à tous les enrichissements que peuvent lui fournir les incessants progrès dans la découverte du réel, lesquels doivent, ayant subi des schématisations successives, offrir comme dernière structure les lois de l'objet quelconque.

Dans le cadre de l'idéonisme qu'il a créé, M. Gonseth trouve aux antinomies de la logique une résolution naturelle : ainsi se concilient les points de vue opposés des formalistes et des intuitionistes.

Voilà donc, grâce à l'idéonisme, la voie ouverte à l'unification des fondements des sciences dites purement rationnelles et des sciences dites naturelles ou expérimentales.

Jean-Louis DESTOUCHES.

EXPRESSION ANALYTIQUE DU PRINCIPE DE CURIE GÉNÉRALISÉ

Je remercie M. Louis DE BROGLIE qui m'a permis de traiter cette question à son séminaire et la *Revue générale des Sciences* qui veut bien publier cet exposé.

Le symbolisme créé pour l'étude des espaces abstraits est encore peu connu, c'est pourquoi je donnerai quelques extraits de la thèse de M. APPERT[1].

« Soient E, F, G, des ensembles dont les élé-« ments sont des objets de nature quelconque.
« Si deux ensembles E et F ont les mêmes élé-« ments, nous dirons qu'ils sont identiques et nous écrirons :

$$E = F.$$

« Si tout élément de l'ensemble E est élé-« ment de l'ensemble F, nous écrirons :

$$E < F \text{ ou } F > E.$$

« Nous dirons alors que E est contenu dans F.
« L'ensemble de tous les éléments qui appar-« tiennent à un ensemble E sans appartenir à un « ensemble F est appelé différence de ces deux « ensembles et sera désigné par

$$E - F.$$

Enfin nous représentons par zéro un ensemble vide, qui ne contient aucun élément et nous écrirons parfois.

$$E - F > 0 \text{ au lieu de } E > F$$

Nous admettrons, sans le démontrer, que l'ensemble des transformations de l'espace forme un espace abstrait, c'est-à-dire que l'on peut définir une opération K de dérivation, faisant correspondre à tout ensemble E de transformations T un ensemble $E' = K(E)$ de transformations, qui seront considérées comme infiniment voisines de l'ensemble E, et que cette opération K peut être choisie de telle sorte qu'elle satisfasse aux conditions que M. APPERT désigne par *a*) et *b*).

Une transformation quelconque est toujours définie au moyen de fonctions, plus ou moins complexes, mais qui admettent des voisinages. Cette propriété permet de faire varier continuement une transformation quelconque et de définir les voisinages nécessaires.

Remarquons enfin que si une suite d'ensemble E_1, E_2, E_3, satisfait aux relations.

$$E_1 < E_2 < E_3.$$

On peut envisager une classification analogue à celle qui a été proposée pour les températures par M. Paul LANGEVIN[2]. C'est ce que nous vous proposons pour les transformations qui laissent invariant un système physique.

M. Louis DE BROGLIE m'a conseillé, autrefois, de rechercher une expression analytique du principe de Curie généralisé dont j'ai eu l'honneur de vous parler ici. La tâche m'a paru difficile, sans doute parce que je suis un chimiste, mais, peut être aussi, parce que la multiplicité des points de vue auxquels on peut se placer pour envisager un principe de ce genre est très grande. Rien n'indique dans quelle direction il faut chercher pour obtenir une expression analytique commode.

Heureusement, M. BOULIGAND m'a conseillé la lecture de la thèse de M. APPERT, elle m'a fourni la solution que je veux vous soumettre aujourd'hui.

Longtemps j'avais cherché à utiliser les relations des principes de CARNOT et de MAYER avec celui de CURIE généralisé pour trouver l'expression analytique de ce dernier. Mais il semble qu'il sera plus facile de passer de l'expression générale aux deux expressions particulières relatives aux principes de CARNOT et de MAYER. De plus, le principe de CURIE n'a pu m'être d'aucune utilité en la matière, car je ne lui connaissais pas d'expression analytique.

Comme le principe dont nous allons nous occuper est peu connu je vous rappellerai quelques-uns de ses énoncés en les rapprochant de ceux du principe de CURIE que voici :

« *Lorsque certaines causes produisent certains* « *effets, les éléments de symétrie des causes doivent* « *se retrouver dans les effets produits.*

Sous une autre forme on peut dire :

Si un ensemble de causes est invariant par rapport à une transformation par symétrie, l'ensemble de leurs effets est invariant par rapport à la même transformation.

Les transformations par symétrie, admises par un système donné sont exceptionnelles, il est intéressant de rechercher toutes les transformations qui satisfont à ce principe. On trouve qu'aucune transformation n'y est soustraite et l'on peut le généraliser sous les formes suivantes :

Lorsque certaines causes produisent certains effets, les transformations qui laissent les causes invariantes doivent également laisser invariant les effets produits.

1. A. APPERT : Propriété des espaces abstraits les plus généraux. Paris, Hermann, 1934.

2. J. PERRIN : Les principes. Gauthier-Villars, Paris, 1903, p. 60.

On peut dire également :

Si un ensemble de causes est invariant par rapport à une transformation, l'ensemble de leurs effets est invariant par rapport à la même transformation.

Ainsi, si un ensemble de causes, de données, est invariant dans une inversion, l'ensemble de leurs effets sera invariant par rapport à cette inversion. De même, un ensemble de causes, de données, peut être conservé dans une symétrie un peu déformée, les effets le seront aussi, etc.

En physique il est très commode d'envisager des transformations où l'on permutte des éléments de volume entre eux, comme on peut l'imaginer lorsqu'il existe une phase homogène, il existe ainsi une infinité de transformations possibles sur une phase homogène et par conséquent sur tout système qui la contient.

Etant donné l'immense variété que représente l'ensemble de toutes les transformations, continues ou non, que l'on peut concevoir, ce principe présente une multiplicité d'aspects extrêmement grande. Dans le cas où l'on n'envisage que les symétries, il est relativement facile de les examiner toutes. Dans le cas des transformations quelconques, c'est plus difficile. On peut cependant les diviser en deux groupes lorsqu'on étudie un système physique donné. Les unes laissent invariant le système des données, qui définissent complètement le système, les autres ne le laissent pas invariant.

Considérons un espace abstrait dont chaque point est défini par une transformation de l'espace ordinaire. Un ensemble physique, un système de causes, divise cet espace abstrait, cet espace des transformations, en deux parties. L'une C est constituée des points correspondant aux transformations qui laissent invariant, qui conservent, le système envisagé. L'autre D est constituée des transformations qui déforment ce système. Si maintenant on considère deux systèmes, l'un de causes, l'autre d'effets, au système des causes, des données, correspondront les régions de l'espace abstrait C_C et D_C ; à un ensemble d'effets correspondront les régions C_E et D_E qui, respectivement conservent et déforment ces effets.

Comme toutes les transformations, qui conservent les causes, conservent aussi les effets, l'ensemble C_C sera tout entier contenu dans C_E. Nous écrirons

$$C_C \leqslant C_E.$$

Réciproquement, l'ensemble des transformations qui déforment les effets déforment aussi les causes (sans quoi elles conserveraient les effets) par conséquent l'ensemble D_E est contenu dans D_C. Nous écrirons

$$D_E \leqslant D_C.$$

L'ensemble des transformations qui conservent les effets mais qui déforment les causes, constitue dans l'espace des transformations un ensemble Δ. Cet ensemble est compris entièrement dans C_E et il est à l'extérieur de C_C. C'est la différence entre ces deux domaines, on peut écrire

$$\Delta = C_E \quad C_C.$$

Cet ensemble est tout entier compris dans le domaine D_C, mais il est extérieur au domaine D_E, on peut écrire

$$\Delta = D_C - D_E = C_E - C_C.$$

Dans ces études relatives à l'espace des transformations, j'ai été souvent gêné par l'absence de mots pour désigner les ensembles de transformations, tels que C_C et C_E. On pourrait les désigner par une extension du mot symétrie, et c'est ce que j'ai fait jusqu'à présent, mais il est pratiquement impossible d'employer, en dehors de son sens habituel, un mot bien défini et très utilisé tel que symétrie, sans créer des confusions. Il est impossible de dire, de deux lignes homothétiques ou analagmatiques qu'elles sont symétriques. C'est pourquoi je vous demande la permission de désigner les ensembles tels que C_C et C_E par un mot différent de « symétrie ». Dans une symétrie les mesures sont conservées, seules les orientations peuvent changer, dans une transformation quelconque, tout peut être bouleversé, cependant, les transformations qui conservent le plus de phénomènes physiques sont celles où les formes, sont au moins partiellement conservées. C'est pourquoi il m'a paru acceptable, sinon désirable, de substituer l'idée de forme à celle de mesure, et de former le mot symorphie. Les ensembles C_C et C_E seront désignés par les expressions symorphie des causes et symorphie des effets. La symétrie est un cas particulier de symorphie.

Si les ensembles C_C et C_E représentent la symorphie des causes et des effets, il est naturel de désigner les ensembles D_C et D_E par le mot dissymorphie, calqué sur le mot dissymétrie.

La différence : $\Delta = C_E - C_C = D_C - D_E$ représente l'ensemble des transformations gagnées par un système, en passant de l'ensemble des causes à l'ensemble des effets. C'est l'accroissement de symorphie, subi par un système au cours de son évolution.

Quand un système devient invariant par rapport à une transformation nouvelle, il arrive souvent que une, au moins des données, nécessaires pour définir complètement le système initial, ne peut plus être déduite du système final. Ainsi, lorsqu'on

arrive à un système homogène, à partir d'un système hétérogène, on ne peut définir l'hétérogénité du système primitif, connaissant seulement l'état homogène final. En général, il y a perte de données, quand la symorphie d'un système croît au cours de son évolution.

On doit se demander s'il existe des systèmes dans lesquels la symorphie reste constante, quand on passe des causes aux effets, c'est-à-dire pour lesquels Δ est nul.

Considérons un système d'axes Galliléens, et un point matériel animé d'un mouvement uniforme par rapport à ce système. A un instant donné t, la cause du mouvement est la vitesse antérieure à cet instant, l'effet est la vitesse postérieure. Elles se représentent toutes deux par le même vecteur et, par conséquent, le système des causes est superposable à celui des effets. La symorphie reste constante $\Delta = 0$, au premier ordre près, la perte de données est nulle, on peut déduire les causes connaissant les effets.

Nous avons vu que, dans l'espace des transformations, on peut faire correspondre à un ensemble de causes, par exemple à un système physique isolé, une surface de séparation limitant les régions que nous avons appelé C et D. Il ne lui en correspond qu'une car les domaines C et D sont bien définis.

Réciproquement, s'il existe plusieurs systèmes physiques qui admettent les mêmes transformations une même surface de l'espace des transformations correspond à plusieurs systèmes physiques distincts, en particulier aux systèmes qui sont dans un rapport de causes à effets et tels que $\Delta = 0$.

La symorphie ne dépend pas du système physique réel, mais de la représentation que nous en donnons. En effet, quel est le système physique qui admet certainement, et avec une approximation infinie, la symétrie correspondant à un axe de révolution? S'il en existe, nous ne saurions pas l'affirmer. Par contre il existe beaucoup de causes auxquelles nous attribuons cette symétrie et que nous représentons pas un vecteur. Les études sur la symorphie nous permettrons donc de juger la valeur de nos représentations et nous indiquerons dans quel sens il convient de chercher pour en obtenir de meilleures.

Il existe plusieurs manières de définir un système physique. On peut imaginer par exemple qu'on se donne tous les paramètres définissant tous les mouvements des molécules d'un gaz, ou bien on peut se donner sa température, son volume et sa pression. Il y a intérêt, en général, à définir les systèmes physiques par des paramètres tels que la symorphie augmente le plus lentement possible. L'idéal serait que, au cours d'une évolution, la symorphie des effets reste égale à celle des causes, c'est-à-dire que l'on puisse déduire quantitativement les causes connaissant les effets. L'on aurait alors $\Delta = 0$.

Les théories dans lesquelles la symorphie du phénomène étudié croît rapidement, sont des théories défectueuses dans lesquelles il se produit un gaspillage de données. En pratique, ce fait entraîne la conséquence que personne ne peut obtenir assez de renseignements sur les causes, pour déduire leurs effets par le calcul et l'on ne peut pas prévoir les phénomènes. C'est ainsi que la mécanique scholastique, qui avait besoin de connaître, en chaque point, les causes d'un mouvement uniforme, ne parvenait pas à prévoir et à calculer les mouvements. Au contraire, la mécanique rationnelle, dont le phénomène fondamental, le déplacement uniforme du point matériel, est, au premier ordre près, à symorphie constante, la mécanique rationnelle est beaucoup plus proche de la perfection, il n'y a pas un aussi grand gaspillage des données, aussi elle permet de calculer les mouvements de façon pratique.

Nous voyons donc que le problème de la représentation des phénomènes physiques consiste à donner pour le plus grand nombre possible de phénomènes physiques des représentations telles que : $\Delta = 0$ lorsqu'on passe des causes aux effets. Bien entendu, il est commode que cette relation soit respectée pour les phénomènes élémentaires, si l'on veut qu'elle soit respectée pour les phénomènes constitués par la combinaison de plusieurs d'entre eux. S'il y a perte de données pour chaque phénomène élémentaire, il y aura beaucoup plus de chances d'avoir des pertes de données dans le phénomène global.

Lorsqu'il est possible de déduire complètement le système initial des causes, connaissant le système final des effets, on a affaire à une évolution à symorphie constante. S'il n'en est pas ainsi, si la symorphie n'est pas constante, on ne peut certainement pas déduire les causes des effets. Ceux-ci doivent alors servir de données, pour calculer les causes, qui, au point de vue du calcul, sont des résultats des effets. Les transformations admises par les données du calcul doivent être admises par les résultats. Il s'agit là d'un groupe de phénomènes particuliers, que l'on pourrait caractériser par l'expression de réversibilité dans le calcul, car on peut calculer dans les deux sens. Les phénomènes physiquement réversibles au sens de DUHEM [3] y satisfont, dans une certaine mesure,

3. DUHEM : Thermodynamique et Chimie. Hermann, Paris, 1902, p. 75.

mais ils ne sont pas les seuls puisque un certain nombre de mouvements mécaniques théoriques permettent de calculer les mouvements antérieurs sans être infiniment lents. Il n'est pas nécessaire que des évolutions soient infiniment lentes pour qu'elles satisfassent cette condition. C'est également le cas des phénomènes réciproques au sens de LIPPMANN [4] et celui de toutes les évolutions susceptibles d'inverser leurs effets et leurs causes, lorsqu'on change les signes de toutes les vitesses. Ainsi considérons d'abord un système d'axes Galliléens et un point matériel M en mouvement uniforme par rapport à ce système. Si le mobile M arrive en un point P avec une vitesse + V, cette vitesse d'arrivée est une cause suffisante pour produire une vitesse + V de départ du point P. Mais si nous considérons un deuxième système où le mobile M arrive au point P avec une vitesse égale et opposée à la précédente soit — V, cette vitesse se trouve être la cause d'une vitesse de départ — V du mobile M à partir de P. Dans ce deuxième système nous avons opéré une symétrie dans le temps et inversé le rôle des causes et des effets.

Dans les cas analogues pour connaître quantitativement l'ensemble des causes, il suffit d'envisager un deuxième système où les causes seraient constituées par les effets du premier système où l'on a changé le signe du temps. Ce système évoluera de telle sorte que les causes précédemment envisagées se retrouveront comme effets dans le deuxième système, mais où toutes les vitesses seront changées de signe. Nous allons montrer qu'il existe des systèmes de cette espèce et qu'il en existe d'autres. Les phénomènes élémentaires renversables sont très fréquents, peut être même pourrait-on soutenir qu'ils sont tous ainsi et que les phénomènes macroscopiques non renversables sont obtenus par des combinaisons de phénomènes élémentaires renversables au sens de PERRIN [5].

C'est un cas très fréquent en mécanique rationnelle que celui où un système permutte ses causes et ses effets, lorsqu'on opère une symétrie par rapport au temps.

Si, au contraire, nous observons une masse de plomb qui tombe, sans rebondir, sur un sol non élastique, la masse de plomb s'écrase et son énergie cinétique se transforme en chaleur. Or, on ne connaît pas de moyens, pour refroidir ce plomb échauffé, de telle sorte que l'énergie de refroidissement se transforme en énergie cinétique, intégralement communiquée au plomb et capable de l'animer d'une vitesse égale et opposée à celle avec laquelle il tombait précédemment. Ceci nous fournit l'exemple d'un cas où le système ne peut être renversé. Il en serait autrement, si au lieu d'avoir affaire à un choc mou, on se trouvait en présence d'un choc parfaitement élastique.

Mais si on considère les phénomènes à l'échelle moléculaire, tous les phénomènes élémentaires peuvent être renversables sans que le phénomène global le soit.

Beaucoup de phénomènes élémentaires présentent cette renversabilité qui permet à coup sûr de déduire les causes des effets. Certains d'entre eux, considérés longtemps comme non renversables, ont pu être renversés, lorsqu'on a trouvé les conditions dans lesquelles il pouvaient l'être. C'est par exemple le cas des phénomènes radioactifs. Pendant longtemps ils furent considérés comme une émission de rayonnements par des atomes privilégiés, auxquels il n'était pas possible de faire absorber ces rayonnements de façon à leur donner des propriétés radioactives.

La découverte de la radioactivité provoquée montre que certains atomes sont susceptibles d'absorber des rayonnements pour devenir à leur tour radioactifs. Certes la renversabilité obtenue n'est pas encore parfaite mais le plus grand pas a déjà été fait dans cette voie.

Le principe du retour inverse des rayons lumineux exprime la même idée dans les domaines où il s'applique : propagations électromagnétiques de toutes les longueurs d'ondes (hertziennes, lumineuses, X, etc.) ; électrons et rayons moléculaires. Pour tous ces phénomènes, dans la mesure où ils sont renversables, on peut affirmer que :

$$\Delta = 0.$$

Mais, dans un mouvement quelconque, aussi bien agencés qu'en soient les divers mécanismes, il apparaît toujours, quelque part, des frottements qui ne sont pas renversables.

M. MINEUR a exposé, ici-même, comment, dans les mécanismes célestes eux-mêmes, où les contacts des pièces sont cependant exclus, et par conséquent où le frottement devrait être nul, il se produit des frottements intérieurs, provoqués par des déformations internes des corps célestes en mouvement. Les marées sont un bel exemple, l'énergie qu'elles transforment en chaleur est perdue pour la mécanique de l'horloge céleste.

De la même façon, les phénomènes de propagation lumineuse comportent des pertes par absorption et par diffusion en chaque point. Celles-ci rendent le retour inverse imparfait. C'est pour-

4. LIPPMANN : *Ann. Chim. Phys.* (5), 24, p. 172, 1881.
5. Jean PERRIN : Les éléments de la physique. Albin Michel, 1929, p. 405.

quoi ce sont surtout les phénomènes élémentaires qui présentent le caractère : $\Delta = 0$.

Si nous rapprochons le symbole Δ de l'entropie, nous constatons qu'ils présentent des analogies précises. Tous deux varient dans un sens constant au cours d'une évolution réelle. Ils restent constamment nul, dans des cas théoriques nombreux, présentant certains caractères de réversibilité et également pour un très grand nombre de phénomènes élémentaires.

Nous concevons que, dans ces conditions, il soit possible de considérer l'entropie comme un aspect particulier de Δ. Certes, il faut encore un certain travail pour envisager les cas particuliers où Δ se réduit à l'entropie, mais il est bien probable que l'on saura, un jour, déduire les propriétés de l'entropie des propriétés de Δ.

Pour déduire le principe de MAYER, relatif à la conservation de l'énergie, à partir du principe de Curie généralisé, nous avons vu[6] qu'il fallait ajouter à ce principe une condition. A savoir : toutes les causes envisagées dans l'expérience devaient être définies au moyen de ce principe et non autrement, soit au cours de cette expérience, soit dans une autre. Ainsi, considérons une boule sphérique immobile dans l'espace et supposons qu'on l'abandonne à elle-même. L'expérience montre qu'elle tombe. Il apparaît une dissymétrie, le principe exige que l'on en trouve la cause. Si toutes les causes n'étaient pas définies ainsi, on pourrait ajouter au schéma des causes, au schéma des forces par exemple, exigées par l'expérience, des causes plus dissymétriques, à condition de les supposer sans action. La symorphie des effets serait plus grande que celle des causes, mais ces causes, ces forces par exemple, ne seraient pas définies par une action, une opposition à une action ou une possibilité d'action, correspondant à une dissymorphie observée dans un système expérimental. Autrement dit, elles ne seraient pas définies par l'expérience. Elles seraient conçues, comme l'étaient les dieux antiques, à forme humaine, fabricants de pluie ou de tonnerre, par un vague besoin de causalité, éprouvé par notre esprit ; mais non par des esprits scientifiques capables d'utiliser rationnellement les notions de causes et d'effets et d'en tirer le meilleur rendement.

Nous avons soutenu, ici-même, que lorsque la dissymorphie des causes est définie uniquement par celle des effets, et non par notre fantaisie, l'application du principe de Curie généralisé entraîne le principe de Mayer. Cette condition est réalisée dans les cas théoriques où l'on peut déduire les causes connaissant les effets et par conséquent où $\Delta = 0$.

Nous savons, de plus, que pour les phénomènes dont nous savons établir correctement les bilans énergitiques, nous savons non seulement déduire l'énergie finale de l'énergie initiale mais nous savons également calculer l'énergie initiale connaissant l'énergie finale. A ce point de vue il n'y a donc pas eu perte de données.

La réversibilité de calcul dont j'ai parlé précédemment et qui entraîne $\Delta = 0$ se retrouve ici partiellement, on conçoit qu'en utilisant la relation : $\Delta = 0$ dans des cas particuliers convenablement choisis, on puisse obtenir l'expression analytique du principe de Mayer $\Delta U = 0$ pour un système isolé à partir de la relation $\Delta = 0$, mais ce travail de mise au point est à faire.

Ainsi l'on peut dire que l'expression analytique du principe de Curie généralisée est $\Delta \geqslant 0$, Δ étant l'accroissement de symorphie durant le passage d'un ensemble de causes à l'ensemble de ses effets. Le cas $\Delta = 0$ se présente, en particulier, lorsque des conditions de réversibilité de calcul sont satisfaites.

Lorsqu'on compare cette expression analytique du principe de Curie généralisé

$$\Delta \geqslant 0.$$

à celles des principes de Carnot et de Mayer

$$\Delta U = 0 \text{ et } \Delta S \geqslant 0.$$

on constate qu'elles ont des analogies remarquables puisque, pour toutes, l'égalité se réalise en même temps qu'une certaine réversibilité et que la variation à sens unique apparaît, dans les cas pratiques, où cette réversibilité n'est pas pleinement satisfaite. On conçoit donc que les deux expressions classiques puissent être envisagées comme des cas particuliers de la première expression.

EXEMPLE D'APPLICATION : PRINCIPE D'INERTIE. — La condition $\Delta = 0$ caractérise la représentation idéale des phénomènes, celle où il n'y aurait pas de perte de renseignements et par conséquent où chaque cause, chaque donnée serait utilisée au maximum. Elle est obtenue, dans le cas particulier, où la représentation des causes est exactement égale, superposable, à celle des effets.

Cette relation $\Delta = 0$ permet d'étudier la représentation du mouvement fournie par la mécanique rationnelle.

Considérons encore le phénomène élémentaire de la mécanique rationnelle, dont les diverses combinaisons fournissent tous les cas possibles. Soit

6. Analogies entre les principes de Carnot MAYER et CURIE. Paris, Hermann, 1937.

un point matériel en mouvement par rapport à un système d'axes Galliléens.

Les coordonnées xyz sont des fonctions du temps.

Elles satisfont à des conditions de continuité telles que l'on peut les développer en séries de Taylor

$$x(t+\Delta t)=x(t)+\left(\frac{dx}{dt}\right)_t \Delta t+\frac{1}{2}\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)_t \Delta t^3+\dots$$
$$y(t+\Delta t)=y(t)+\left(\frac{dy}{dt}\right)_t \Delta t+\frac{1}{2}\left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)_t \Delta t^2+\dots$$
$$z(t+\Delta t)=z(t)+\left(\frac{dz}{dt}\right)_t \Delta t+\frac{1}{2}\left(\frac{d^2z}{nt^2}\right)_t \Delta t^2+\dots$$

Si nous considérons que les causes d'un phénomène élémentaire doivent avoir une représentation telle qu'elle puisse être identifiée avec celle des effets, l'ensemble des causes du mouvement devra être tel qu'il puisse être mis sous la forme

$$x(t+\Delta t)=x(t)+v\ \Delta t+\frac{1}{2}\frac{F_x}{m}\Delta t^2+\dots$$
$$y(t+\Delta t)=y(t)+v_y\Delta t+\frac{1}{2}\frac{F_y}{m}\Delta t^2+\dots$$
$$z(t+\Delta t)=z(t)+v_z\Delta t+\frac{1}{2}\frac{F_z}{m}\Delta t^2+\dots$$

L'identification suggérée par la relation $\Delta=0$ conduit à adopter comme causes du mouvement à l'instant t :

1° $x\ y\ z$ c'est-à-dire la position initiale.
2° $v_x(t)$, $v_y(t)$, $v_z(t)$ c'est-à-dire la vitesse initiale.
3° $F_x(t)$, $F_y(t)$, $F_z(t)$ c'est-à-dire la force à l'instant t.

L'étude de la mécanique et de la physique ont conduit à envisager les différentes forces, qu'il est nécessaire d'introduire, pour interpréter quantitativement les phénomènes observés, en limitant le développement en série aux termes du second ordre, aux accélérations.

Les considérations relatives à la symorphie, montrent, que cette méthode est meilleure, que celle où l'on limite le développement en série au premier terme et où l'on se contente d'étudier les causes des vitesses, comme le faisaient les scholastiques. Les succès de la mécanique actuelle prouvent qu'il s'agit bien là d'un progrès.

Par contre, il est probable qu'une méthode de classification des phénomènes mécaniques et par suite physiques, basée non plus sur l'étude des forces, mais sur l'étude de leurs variations, donnerait des résultats bien supérieurs à ceux que fournissent les méthodes actuelles, en supprimant la considération d'un très grand nombre de forces dont la définition est indirecte et complique inutilement les schémas.

Au lieu de limiter le développement en série de de Taylor, au terme du second ordre, on l'utiliserait jusqu'au terme du troisième ordre. Il serait superflu d'aller plus loin avant de s'être familiarisé avec cette nouvelle représentation.

D'après les raisonnements qui précèdent, cette méthode présente des avantages certains sur la méthode actuelle de classification au moyen des forces, car le nombre des causes à envisager est encore réduit. Il doit se faire là une simplification des causes, analogue à celle qui s'est faite, lorsqu'on est passé de l'étude du premier ordre, à l'étude du second ordre. L'accroissement de la symorphie, au cours du passage des causes aux effets, est diminué par un mécanisme analogue, et l'on se rapproche des conditions idéales de raisonnement pour lesquelles : $\Delta=0$.

Celles-ci demandent, en effet, que non seulement la cause de la vitesse soit superposable à la vitesse, comme l'est la vitesse initiale, mais aussi qu'il en soit de même pour les dérivées des divers ordres que comportent le mouvement.

Dans ces conditions, nous voyons que, contrairement à ce qui a été affirmé un peu rapidement par les hommes de science du XIXe siècle, la mécanique rationnelle n'est pas une science parfaite.

Les méthodes de raisonnement que nous avons employées, nous montrent même dans quel sens précis on peut orienter les recherches pour la perfectionner. Il n'en reste pas moins qu'elle est beaucoup plus évoluée qu'un grand nombre d'autres sciences.

Dans la plupart des études d'évolutions, par exemple celles des évolutions chimiques, on en est réduit à tâtonner et à rechercher, au moyen d'une véritable pêche à la ligne, les causes qui sont susceptibles d'agir sur elles. On en a une idée en examinant les travaux relatifs à la catalyse, aux réactions en chaîne, etc. Chacun d'eux contient certainement une part de vérité, mais la méthode employée ne présente pas la sûreté et l'élégance de celle qu'utilise la mécanique rationnelle. Ces inconvénients font rechercher une méthode générale, pour étudier les phénomènes d'évolution, qui présente les avantages de la méthode mécanique. J'ai exposé l'an dernier[7] comment la question se présente en chimie, comment il y a lieu d'introduire une conception de l'inertie chimique qui soit une tendance à la continuation des réactions et non une tendance à l'arrêt.

On serait tenté de rechercher des preuves expérimentales de cette façon de voir. C'est une erreur de raisonnement. On peut en donner beaucoup et qui font illusions, mais en fait elles sont illusoires, il ne peut pas y en avoir. On le comprendra facilement si l'on veut bien remarquer

7. *Revue Générale des Sciences*, octobre 1938.

qu'il n'existe pas dans tout l'univers un seul mouvement rectiligne et uniforme avec lequel on puisse démontrer le principe de l'inertie mécanique.

Si maintenant nous considérons une évolution quelconque, fonction de plusieurs variables, et que nous voulions lui attribuer le minimum de causes, nous avons intérêt à reproduire le raisonnement qui a été fait pour le déplacement du point matériel.

Nous développons en série, par rapport au temps, les différentes coordonnées indépendantes qui définissent complètement le système et nous adoptons comme causes du phénomène les dérivées des différents ordres. Nous avons intérêt à limiter le développement en série assez rapidement, de façon à n'envisager que des notions relativement simples. D'ailleurs, en général, on arrivera assez rapidement à des termes qui restent pratiquement constant au cours de l'expérience envisagée. Le travail de la recherche des causes doit consister à chercher ce qui fait varier les vitesses, mais non ce qui les entretient.

J'ai soutenu ici qu'il serait intéressant de considérer une inertie chimique analogue à l'inertie mécanique et qui exige la continuation d'une évolution commencée. Les principales raisons que j'ai données peuvent se transposer à peu près intégralement aux systèmes quelconques. Qu il s'agisse d'une évolution d'ordre électrique, thermique et même médicale ou sociale, l'inertie doit être considérée non comme une tendance à l'arrêt, mais comme une continuation, non accélérée positivement ou négativement de l'évolution envisagée. Tout ralentissement exige une lutte contre cette forme d'inertie, au même titre qu'une accélération. Il faut intervenir pour arrêter une évolution, aussi bien que pour l'accélérer, quelle que soit la forme sous laquelle elle se présente. Après avoir développé les effets en série, par rapport au temps, on peut se contenter, pour commencer, de pratiquer comme on l'a fait en mécanique, de classer les rapports entre les différents termes du second ordre, comme on le fait aujourd'hui en physique pour les forces de toutes natures.

Dans ce système, les termes du premier ordre deviendront leur propre cause, il y aura lieu d'introduire, dans tous les phénomènes d'évolution un principe d'inertie analogue à celui de la mécanique actuelle. Sans perturbation, un système quelconque continue son évolution et c'est seulement sous l'influence d'une perturbation que cette évolution peut être modifiée.

Au cours d'un élément de temps, il n'est besoin d'aucune cause, autre que l'évolution préalable pour déterminer l'évolution ultérieure.

Conclusion.

En résumé, on peut adopter comme expression analytique du principe de Curie généralisé la relation symbolique : $\Delta \geqslant 0$.

Les quelques exemples, dont j'ai esquissé l'étude devant vous, montrent que cette relation peut faire envisager des problèmes, déjà très étudiés, sous un aspect peu usité, probablement nouveau.

Il est pratiquement impossible de faire une bibliographie complète relativement aux axiomes d'une science, car elle est disséminée dans tous les traités, aussi il est impossible d'affirmer qu'un point de vue particulier est nouveau, mais ce n'est pas le principal. L'essentiel est de pouvoir donner des arguments nouveaux et surtout précis pour le choix des axiomes. C'est ce que fournit la relation $\Delta \geqslant 0$, ainsi qu'on pouvait l'attendre d'un principe tel que celui de Curie généralisé, qui donne des renseignements sur les rapports de causes à effets. Comme ces rapports interviennent à tout instant dans toutes les sciences, ce principe peut fournir des indications dans les cas les plus variés et les sciences les plus diverses.

Mais vous connaissez les difficultés des premiers aviateurs qui devaient en même temps apprendre à piloter et perfectionner leur avion.

On éprouve ici, en plus petit, des difficultés analogues, il faut à la fois perfectionner un instrument et apprendre à le manier.

Je devrais vous montrer comment on peut déduire les énoncés analytiques des principes de Carnot et de Mayer à partir de l'expression $\Delta \geqslant 0$ mais je ne sais pas encore le faire. Je devrais également avoir défini des repères dans l'espace des transformations, comme on le fait dans l'échelle des températures, pour donner un aspect quantitatif à la question, mais ce n'est pas fait.

Cependant, si vous voulez bien vous rappeler le temps que l'on passe, au cours des études normales, à apprendre les deux principes fondamentaux de la thermodynamique, qui sont déjà parfaitement connus, j'obtiendrai peut-être votre indulgence pour ce travail inachevé.

Paul Renaud,
Docteur ès Sciences.

LES SPORES DES RHODOPHYCEES ET LEUR MODE DE DEVELOPPEMENT

Les Rhodophycées ou Algues rouges sont des Algues marines très répandues et très variées dont la couleur est due à un pigment spécial, la phycoérythrine, qui se superpose aux pigments chlorophylliens et les masque. Assez souvent un pigment bleu, la phycocyane, s'y associe et la teinte devient brune comme chez *Chondrus crispus*, parfois presque noire comme chez certains Batrachospermes. La forme est filamenteuse, lamelleuse, ou en cordons plus ou moins ramifiés. La fixation est assurée par des cellules allongées (rhizoïdes), des filamants rampants (rhizines) ou de simples disques. L'organisation est toujours très simple sans différenciation cellulaire bien accusée; point d'organes conducteurs. Des fragments peuvent vivre isolés et après fixation se comporter comme de nouveaux individus. Quant à la reproduction, elle se fait uniquement par des spores. Ce sont là les caractères des végétaux inférieurs formant l'embranchement des Thallophytes.

Les spores sont des cellules particulières, susceptibles de se détacher et, après fixation, de se développer en donnant une nouvelle plante. Pendant leur formation et leur maturation, elles sont déjà facilement reconnaissables à leur forme généralement arrondie et surtout à leur teinte presque toujours très foncée. D'après leur origine, on en distingue deux sortes : les tétraspores et les carpospores.

Les tétraspores prennent naissance dans une cellule végétative quelconque. Dans les Algues filamenteuses monosiphonées, elles peuvent apparaître à l'extrémité des rameaux (*Callithamnium*), ou dans un article quelconque (*Trailliella*). Sur les Algues massives, elles peuvent provenir de cellules superficielles (*Polysiphonia*) ou de cellules profondes (*Gelidium*). Presque toujours la cellule-mère, en même temps qu'elle augmente de taille, subit une double bipartition et toute sa masse se répartit en quatre spores enfermées dans sa membrane, d'où les noms de tétrasporange employé pour l'ensemble et de tétraspore pour chacune des parties. Cette division se fait suivant trois modes bien distincts, caractéristiques d'une espèce donnée, voire même d'un genre déterminé. D'observation facile, ce caractère est utilisé dans la classification.

1° *Tétrasporanges tétraédriques*, ex. *Griffithsia* : Le noyau subit rapidement deux bipartitions successives; les quatre noyaux qui en résultent, disposés dans des plans différents, se placent aux quatre sommets d'un tétraèdre; des cloisons apparaissent simultanément, fragmentant toute la masse protoplasmique en 4 parties égales.

2° *Tétrasporanges cruciés*, ex. *Antithamnium*. La première division nucléaire est suivie d'un premier cloisonnement; dans chaque moitié le noyau subit une seconde division suivie d'un nouveau cloisonnement perpendiculaire au premier de telle sorte que, finalement, les 4 cellules sont sensiblement situées dans un même plan et que les cloisons dessinent une croix. Il arrive que les deux dernières cloisons ne se forment pas simultanément et qu'elles ne sont pas toujours dans un même plan ce qui peut induire en erreur; l'examen de plusieurs sporanges à divers stades suffit pour éviter toute confusion.

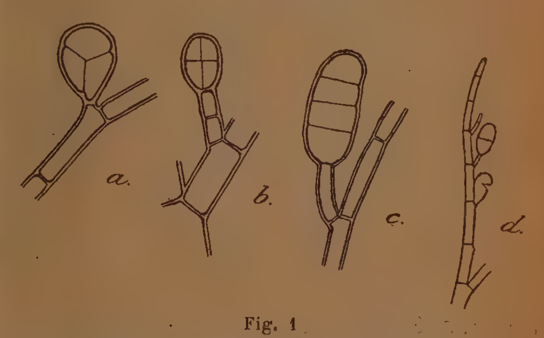


Fig. 1

Divers sporanges : *a.* Tétrasporange, tétraédrique (*Callithammium byssoideum*) × 225 ; *b.* Tétrasporange crucié (*antitkomnium plumula*) × 225 ; *c.* Tétrasporange zoné (*Dudresnaya verticillata*) × 480 ; *d.* Bisporanges dont un vide (*Seirospora gailloni*) × 72.

3° *Tétrasporanges zonés*, ex. *Dudresnaya*. La première division est encore suivie d'un cloisonnement; mais lors de la seconde division, les noyaux se disposent suivant l'axe du tétrasporange et les cloisons qui les séparent se forment parallèlement à la première.

Il arrive que la division s'arrête à la première comme chez certaines Mélobésiées; on a alors des bispores. Dans de nombreux *Acrochoetium* aucune division n'a lieu, chaque sporange ne donne qu'une spore; dans ce cas ce sont des monospores. Les divisions peuvent, par contre, se multiplier et l'on a plus de 4 spores à l'intérieur d'un même sporange comme chez *Pleonosporium*.

Les carpospores, ne sont pas des cellules quelconques. Elles dérivent toujours d'une fécondation, autrement dit d'un œuf résultant de la fusion de deux éléments sexués. Chez les Rhodophycées ces

deux éléments, produits sur un individu ou sur des individus différents suivant les espèces, sont les pollinides sortis d'une cellule anthéridiale pour l'élément mâle, et le carpogone, cellule terminale d'un rameau particulier prolongé par un filament plus ou moins long appelé trichogyne pour l'élément femelle. L'œuf est formé par la fusion d'un pollinide capté par le trichogyne avec un carpogone. Il se développe sur place directement ou par l'intermédiaire d'une cellule spéciale, dite cellule auxiliaire, dont l'emplacement et le rôle variables ont permis d'établir les grandes lignes de la classification. Ce développement aboutit toujours à la formation d'un massif cellulaire, sorte de fruit appelé cystocarpe, dont la majeure partie des éléments se différencient, se détachent, et constituent les carpospores. Ces massifs cellulaires sont facilement reconnaissables par leur taille et leur coloration plus foncée. Ils peuvent être en surface (*Ceramium*) ou situés profondément (*Gymnogongrus*); quelquefois ils sont sans membrane recouvrante (*Nemalion*, *Batrachospermum*), souvent ils sont entourés d'une enveloppe spéciale appelée péricarpe (*Polysiphonia*); celle-ci peut présenter une ouverture ou carpostome (*Scinaia*), ou en être dépourvue (*Plocamium*). Toutes ces particularités sont utilisées dans la classification.

L'émission des spores, quelles qu'elles soient, se fait après rupture de la membrane du sporange. Elle ne peut être provoquée par la dessication dans ce milieu humide; elle est due vraisemblablement à une pression interne. La sortie et la dissémination sont faciles lorsque tétrasporanges et cystocarpes sont superficiels et que ces derniers sont pourvus d'un carpostome. Si celui-ci fait défaut et surtout lorsque ces organes sont enfouis profondément, il y a destruction des tissus superficiels. Chez *Gymnogongrus* par ex. on observe une fonte graduelle des cellules; elle apparaît à l'intérieur et paraît provoquée par des substances provenant des spores. Dans ce cas, l'émission se fait en masse et pendant quelque temps les spores restent empâtées dans une matière mucilagineuse qui se liquéfie peu à peu.

Après libération toutes les spores présentent les mêmes caractères, et toute distinction entre carpospores et tétraspores est impossible. Leur teinte, rouge ou noirâtre, est souvent fortement accusée, mais les pigments au lieu d'être localisés sur des plastes de forme définie, sont répartis à peu près uniformément dans toute la masse; moins abondants, ils peuvent être localisés dans la région centrale sans ligne de démarcation bien nette (*Ahnfeltia*) ou épars sur quelques granules (*Harveyella*). Le protoplasme est très condensé et ne paraît creusé d'aucune vacuole. Sous l'action du réactif iodo-ioduré de fines granulations noirâtres apparaissent dans les régions faiblement pigmentées; elles représentent vraisemblablement quelques réserves de nature amylacée. Le noyau est toujours unique et assez volumineux; il peut être mis en évidence par les méthodes de fixation et de coloration habituelles; on peut aussi l'observer directement sous la forme d'un cercle clair au milieu d'une masse plus foncée. La membrane est à peine discernable; elle est réduite à une mince pellicule protoplasmique sans cil, ni flagelle; elle permet aux spores de s'allonger, de s'étirer, lorsqu'elles doivent, pour sortir, traverser un canal étroit comme divers cystocarpes en présentent (*Heterosiphonia*).

Après leur libération, les spores paraissent s'immobiliser. Un examen attentif montre assez souvent des mouvements accompagnés d'un déplacement, et cela en l'absence de tout organe locomoteur. Des mouvements amiboïdes ont été signalés chez quelques espèces par divers auteurs. Voici en particulier comment BORNET les a décrits chez *Helminthora divaricata* : « pendant plusieurs heures, les spores changent sans cesse de forme à la manière des Amibes... de sphériques qu'elles étaient d'abord, elles deviennent tout à tour oblongues, piriformes, rhomboïdales, etc... elles s'étirent, se contractent, se gonflent sur un point, se rétrécissement sur un autre... ces changements se font assez lentement, mais sont très visibles ». Des recherches systématiques m'ont montré, qu'ils n'étaient pas très rares et j'ai pu les observer dans une quinzaine d'espèces. Les déformations sont parfois assez rapides pour que des prises de vues cinématographiques puissent seules en donner une idée. Il n'y a pas seulement changement de forme, comme le croyait BORNET, il y a en même temps déplacement, comme on peut s'en assurer au moyen de repères. Ces mouvements peuvent durer une dizaine d'heures avec des phases de repos relatif.

En l'absence de toute déformation, les spores, tout en conservant leur forme sphérique, peuvent se mouvoir. ROSENVINGE a signalé ce mouvement chez diverses espèces, et je l'ai observé moi-même dans d'assez nombreux cas. Il peut être suivi sous le microscope au moyen d'un micromètre quadrillé, placé dans l'oculaire de manière que son image se superpose à celle des objets et l'on peut, non seulement suivre le trajet d'une spore, mais encore mesurer sa vitesse. Le trajet est généralement sinueux, anguleux; quant à la vitesse elle varie d'un moment à l'autre; elle n'est jamais très grande et ne dépasse pas une centaine de μ par minute.

Ces déformations et mouvements ne peuvent

être que des indices d'abondants échanges avec le milieu extérieur, d'une intense activité qui s'oppose à la vie ralentie des spores chez d'autres Cryptogames ; Cette grande activité se traduit encore par la formation d'une membrane épaisse de nature cellulosique qui assure la fixation. Au bout de 24 heures en général, cette membrane est constituée et la spore, désormais bien fixée, sans arrêt, va commencer son développement.

Le microscope est indispensable pour le suivre et ceci oblige à recueillir les spores sur des lames de verre. Le procédé est simple; des fragments d'Algues, aussi fraîches que possible, en bon état de fructification, sont déposés sur des lames porte-objet placées au fond d'un vase renfermant de l'eau de mer. Dès le lendemain, en général, de nombreuses spores adhèrent déjà au verre. On enlève les fragments lorsque l'ensemencement est jugé suffisant et on installe les lames dans des bacs à eau courante ou dans des vases où l'eau est renouvelée de temps à autre seulement. Pour l'observation, les lames sont placées dans des boîtes de Petri sous une très mince couche d'eau et, avec un peu de précaution, sans lamelle couvre-objet, on peut se servir d'un objectif n° 7 pour suivre le développement. Dès les premiers jours l'adhérence au verre est suffisante pour ne pas avoir à redouter des pertes dans le transvasement. Au besoin, toutes les manipulations nécessaires à la fixation, à la coloration, au montage au baume, peuvent être faites sans perte appréciable; on peut se livrer ainsi à un examen plus détaillé et conserver les préparations.

Par ce moyen simple et commode on n'a pas évidemment une culture pure. Les fragments générateurs ont apporté des Protozoaires variés, des Diatomées, des Bactéries et parfois des petites spores des petites Algues épiphytes. Pour ces dernières, un peu de soin dans le choix des générateurs permet de les éviter. Par un brossage minutieux il est possible de réduire le nombre des Protozoaires et des Diatomées, mais il est difficile, sinon impossible, de les éliminer entièrement; on ne pourrait y arriver que par une stérilisation de la surface sans action sur les spores ce qui est difficile à réaliser. Les Diatomées sont d'ailleurs peu gênantes dans les premières semaines; ce n'est que plus tard qu'elles peuvent entraver le développement et rendre l'observation difficile; à ce moment il est encore possible d'en enlever un grand nombre avec une brosse très douce. Quant aux Bactéries, elles prennent très rarement un grand développement; sur des milliers de cultures que j'ai réalisées je n'ai vu que deux fois se former un voile bactérien continu.

Dès la fixation, sans le moindre arrêt, le développement commence. Il se fait suivant une modalité particulière sinon à chaque espèce, au moins à chaque genre, intéressant à connaître, et constituant un caractère digne d'être signalé dans les diagnoses. Dans cette diversité on peut établir quelques types bien définis auxquels on peut rapporter la grande majorité des formes observées.

1° *Type Ceranium.* — Avant toute division, une protubérance peu colorée apparaît, s'allonge en rampant, se cloisonne ou non, se ramifie parfois, ou forme des digitations à son extrémité; c'est un organe fixateur, un rhizoïde. Presque simultanément, mais toujours un peu plus tardivement, un filament plus coloré apparaît à l'opposé pendant qu'une première cloison divise la spore en deux parties souvent inégales. Une sorte de polarité se manifeste donc dès le début. Si l'on en juge par la première cloison, qui est généralement perpendiculaire au substratum, les deux pôles ne sont pas orientés l'un vers le haut, l'autre vers le bas; mais des deux excroissances qu'ils produisent, l'une, peu colorée, précoce, se dirige vers le substratum, tandis que l'autre, fortement pigmentée, plus tardive, a une certaine tendance à s'en écarter. Ce type caractérise toutes les Ceramiales (Céramiacées, Rhodomélacées, Delessériacées).



Fig. 2

Différents types de germinotion : *a.* Ceranium *(Polineura Hilliæ)* × 290 : *b.* Dumontia (*Rhodiménia palmata*) × 375 ; *c.* Naccaria (*Helminthora divaricata*) × 390 ; *d.* Némalion (*Sainaja furcellata*) × 420 ; *e.* Geledium (*Frateloupia filicina*) × 450.

2° *Type Dumontia.* — Après une première division, par une cloison perpendiculaire au substratum, la spore, sans augmentation sensible, se fragmente très rapidement et devient un massif cellulaire sphérique un peu aplati sur sa base. Les cellules marginales prolifèrent en donnant un disque entourant le massif initial accru duquel sortiront des jeunes pousses. Ce type se rencontre chez

divers Cryptonémiales et bon nombre de Gigartinales et Rhodyméniales.

3° *Type Naccaria.* — La spore, sans se diviser, ou après quelques divisions seulement, donne naissance à des filaments rampants très ramifiés enchevêtrés qui forment une sorte de feutrage à la surface des lames. Sur ce lacis apparaissent souvent des disques adhésifs qui pourront s'isoler par destruction des filaments qui les relient et sur lesquels les jeunes pousses apparaîtront finalement. Ce mode de développement s'observe chez diverses Némalionales, Cryptonémiales, Gigartinales, et Rhodyméniales.

4° *Type Nemalion.* — C'est encore à un lacis de filaments rampants que l'on aboutit, mais le point de départ est un filament unique où tout le contenu de la spore s'est répandu. Après la formation d'une membrane, le protoplasme s'épanche au dehors, les plastes s'organisent, le filament s'allonge pendant que l'enveloppe vidée s'affaisse peu à peu et ne tarde pas à disparaître. Ce type est particulier à quelques Nemalionales.

5° *Type Gelidium.* — Là encore la spore se vide, et sa membrane se détruit; mais au lieu de filaments, on a un massif cellulaire discoïde, dont quelques éléments prendront les caractères de cellules initiales. Ce type caractéristique de tous les *Gelidium* se rencontre également dans les genres *Grateloupia, Ahnfeltia* et *Hildenbrandtia.*

Naturellement, et quoique ces types soient assez bien délimités, des cas douteux peuvent se présenter, en particulier entre les *types Dumontia* et *Naccaria.* Si entre ces deux genres la confusion n'est pas possible, il peut arriver, dans certaines espèces, que le morcellement de la spore soit assez accentué, que les filaments qui en sont issus soient très courts et que l'on puisse hésiter sur l'attribution à un type ou à l'autre. C'est un défaut inhérent à toutes les classifications, qui ont par ailleurs le mérite d'apporter un peu d'ordre et de clarté dans un ensemble de faits très divers.

Le développement des spores est influencé par divers agents physiques parmi lesquels la lumière joue un rôle prépondérant. A une obscurité totale le développement commence comme à la lumière. Chez *Nemalion,* la spore se vide entièrement et donne un filament court et gros, ou mince et plus étendu, pendant que les plastes s'organisent, mais la coloration reste jaunâtre et la croissance s'arrête. Chez *Dumontia* la phycoérythrine, abondante et diffuse dans la spore, se répartit sur de petits plastes, la segmentation se produit sans augmentation sensible de la taille et tout développement cesse. Les réserves contenues dans la spore sont donc si faibles, qu'en l'absence de toute lumière indispensable à la formation de nouveaux pigments et à toute assimilation, il n'y a aucune croissance notable. Cet état de vie latente d'un jeune organisme déjà ébauché peut se prolonger pendant plusieurs semaines au bout desquelles le développement peut reprendre sous une lumière appropriée. S'il se prolonge davantage, la désorganisation se produit.

Une lumière trop vive tue les spores et les jeunes germinations. Une exposition au soleil pendant une heure suffit. L'altération se remarque, dès le lendemain, à une diffusion de la phycoérythrine dans le suc cellulaire suivie d'un verdissement et finalement d'une décoloration totale. Les rayons ultraviolets produisent les mêmes effets en une dizaine de minutes. Ce n'est pas la phycoérythrine qui est modifiée, car, en solution dans l'eau, elle résiste à une longue exposition au soleil. C'est une action sur la matière vivante qui aboutit à une désorganisation de l'ensemble. Les cultures ne peuvent donc être faites qu'à une lumière atténuée, à l'abri du soleil, par exemple à quelques mètres d'une fenêtre exposées au Nord.

La température n'intervient pratiquement que pour accélérer ou ralentir le développement. Au-dessous de 10° la croissance est presque nulle en général. Il faut un séjour d'une heure à 40° pour provoquer la mort. L'altération apparaît plus ou moins vite suivant la durée du séjour à l'étuve et se manifeste comme dans tous les traumatismes, par une diffusion de la phycoérythrine, un verdissement et une décoloration totale.

Dans les cultures en aquarium, le développement se ralentit au bout de quelques semaines, malgré les soins pris, et ce n'est qu'exceptionnellement qu'on obtient de jeunes pousses ou l'on puisse reconnaître la structure de l'Algue définitive. Il en est vraisemblablement de même dans la mer pour les Algues saisonnières (*Nemalion, Naccaria, Scinaia,* etc.). Pour les Algues pérennes, l'arrêt peut être dû seulement à des mauvaises conditions de vie. Quoiqu'il en soit, le développement des spores de Rhodophycées débute par un état qui non seulement ne permet pas de prévoir l'état définitif, mais encore donne naissance généralement à plusieurs individus. La forme initiale filamenteuse des types *Nemalion* et *Naccaria* est très différente de la forme adulte en cordon ou en lame. Sur les massifs globuleux du type *Dumontia* plusieurs pousses peuvent apparaître dont chacune se constitue un appareil de fixation distinct. Si certaines Ceramiales, comme les *Callithamniom* peuvent être considérées comme ébauchées par la spore portant à un bout un rhizoïde et à l'autre une poussée végétative, on ne peut en dire autant du cordon épais d'un *Ceramium* ou de la forme foliacée

d'une *Delesseriacée*. Cet état initial est comparable par son rôle au protonéma d'une Mousse et quel que soit sa forme on peut lui attribuer ce nom.

L'étude du développement nous permet non seulement de mieux connaître les Rhodophycées, mais encore de préciser certains points de leur biologie et en particulier de résoudre la question de l'alternance des générations.

Dans toutes les espèces ou tétraspores et carpospores sont connues, elles sont toujours portées par des individus différents, quoique identiques en forme et en taille généralement. Les individus à tétraspores ou sporophyte sont dits asexués, par opposition aux individus à carpospores qui sexués, constituent le gamétophyte. Des études cytologiques ont montré, que le sporophyte et le gamétophyte d'une même espèce se distinguent par le nombre des chromosomes qui apparaissent lors des divisions nucléaires. Par exemple Yamanouchi, chez *Polysiphonia violacea*, a trouvé 40 chromosomes dans le sporophyte, et 20 seulement dans le gamétophyte. Il a montré en outre que les noyaux sont à 20 chromosomes dans les tétraspores et les jeunes germinations qu'elles produisent, tandis que les carpospores issues de la fécondation ont des noyaux à 40 chromosomes. Le sporophyte doit donc provenir d'une carpospore, et le gamétophyte d'une tétraspore. Autrement dit, le cycle vital de cette espèce comprend une génération asexuée à 2 *n* chromosomes, et une génération sexuée à *n* chromosomes; la réduction chromatique se produirait lors de la formation des tétraspores et le nombre normal serait rétabli lors de la formation de l'œuf. Ces deux phases ayant reçu les noms de diploïde (2 *n* chromosomes) et haploïde (*n* chromosomes) ont fait donner le nom de diplobiontes aux Algues qui les présentent. La vérification de cette alternance de générations s'imposait et pour cela il fallait en partant des spores obtenir des individus fructifiés. Lewis l'a tenté en déposant les spores sur des coquilles fixées à des cordes goudronnées immergées dans la mer. L'expérience porta sur 17 espèces; dans trois cas seulement il obtint des petits échantillons où les fructifications étaient déjà observables, parmi lesquels des *Polysiphonia violacea* issus de carpospores portaient des tétraspores. C'est un résultat significatif, mais qui n'aura toute sa valeur que s'il est confirmé par des nombreuses expériences sur diverses espèces.

Dans un certain nombre de Rhodophycées l'une des formes est seule connue. Parfois c'est le sporophyte (*Rhodymenia palmata*), plus souvent c'est le gamétophyte (*Scinaia*). Dans ce dernier cas Svedelius a signalé une division réductrice se produisant dès la première division de l'œuf de telle sorte que celui-ci représenterait toute la phase diploïde; lui excepté, toute la plante serait haploïde. Malheureusement la culture des spores de *Scinaia* n'a pu réaliser jusqu'ici un état fructifié. Par opposition à diplobionte, on désigne sous le nom d'haplobionte les Algues réduites à leur gamétophyte.

L'absence apparente d'un des tronçons du cycle ne peut-elle être le résultat d'une confusion résultant d'une différence de forme entre les deux tronçons? Des observations récentes l'ont montré dans quelques cas.

Gymnogongrus Griffithsiae a été longtemps considéré comme dépourvu d'organes reproducteurs. A sa surface on observe cependant de petites pustules d'où s'échappent des tétraspores, mais elles étaient attribuées à une espèce distincte, *Actinococcus aggregatus*, vivant sur elle, en parasite suivant certains auteurs. Le développement de ces tétraspores a montré qu'elles donnent de jeunes *Gymnogongrus*. En même temps des recherches anatomiques établissaient l'existence d'un œuf à l'origine de ces pustules. Gamétophyte et sporophyte se reconnaissent donc et alternent dans cette espèce, le dernier se développant sur le premier sans formation de ces éléments de propagation, que sont les carpospores.

Chez *Bonnemaisonnia asparagoïdes* aucune phase tétrasporifère n'était connue jusqu'ici. J. Feldmann, en comparant de jeunes germinations provenant des carpospores à une petite Algue décrite sous le nom d'*Hymenoclonium serpens* et connue depuis longtemps, a trouvé une identité parfaite entre les deux. Bien que les tétraspores n'aient pas été vues dans les germinations, comme ils sont connus dans *Hymenoclonium* on doit considérer ce dernier comme le tétrasporophyte de *Bonnemaisonnia*.

Le même auteur vient de montrer que deux Algues très dissemblables, *Asparagopsis armata* et *Falkenbergia Hillebrandii* ne constituent en réalité qu'une seule espèce. L'une et l'autre, d'origine australienne, ont apparu simultanément dans nos mers il y a une quinzaine d'années. Toutes les deux renferment des cellules glandulaires riches en iode entièrement comparables. Mais leur forme est si différente qu'*Asparagopsis* se rapproche de *Bonnemaisonnia* tandis que *Falkenbergia* rappelle un *Polysiphonia* au point qu'on lui avait d'abord donné le nom de *Trisiphonia*. *Asparagopsis* ne produit que des cystocarpes alors qu'on n'a jamais vu que des tétraspores sur *Falkenbergia*. En suivant le développement des carpospores d'*Asparagopsis*, J. Feldmann a obtenu de véritables *Falkenbergia*. Ces deux formes, malgré leur dissemblance représentent donc l'une le gamétophyte,

l'autre le sporophyte d'une même espèce. Comme vérification il conviendrait de suivre le développement des tétraspores de *Falkenbergia* et de s'assurer qu'il en sort un *Asparagopsis*. Fait curieux et qui demanderait à être élucidé, les tétraspores sont très rares bien que l'*Asparagopsis* soit abondant; c'est peut-être le résultat d'une multiplication végétative intense de la forme sporangifère.

Ces quelques exemples permettent de se rendré compte de l'intérêt que présente la culture des Rhodophycées et des Algues marines en général. Jusqu'ici elle n'a été suivie, qu'au laboratoire. Malgré des résultats intéressants et encourageants on n'a pas pu atteindre un plein développement dans l'espace réduit d'un aquarium. Pour y arriver c'est dans la mer qu'il faudrait directement opérer. Divers essais ont été tentés sans grand résultat. Au Japon on dispose des pieux de Bambou à des époques déterminées dans des stations favorables à la fixation des *Porphyra* utilisés dans l'alimentation. L'ensemencement est livré au hasard. Pour des cultures rationnelles, on pourrait installer dans la mer en des endroits choisis des bacs flottants compartimentés avec des dispositifs empêchant l'apport de germes étrangers et permettant un éclairement approprié. Par des examens fréquents on pourrait suivre le développement de spores connues, la vitesse de croissance et déterminer les meilleurs conditions de vie. S'il est permis de prophétiser, on peut penser que, dans un avenir prochain, on réussira à favoriser le développement de certaines Algues utiles, voire même à les améliorer, comme on le fait pour les plantes terrestres cultivées.

E. Chemin.

L'ARCHITECTURE DU LANGAGE [1]

(*suite*)

Dans tout ce qui précède nous avons assimilé le jeu des catégories grammaticales à un phénomène aléatoire entièrement quelconque. L'hypothèse était légitime étant donné la grande complexité qui règne dans le fonctionnement de cet organisme vivant que constitue une langue. Mais on peut aussi essayer d'introduire dans le calcul les hypothèses particulières à la linguistique et auxquelles nous avons plusieurs fois fait allusion. Il existe un schéma d'urnes qui semble tout indiqué pour représenter le genre de phénomènes en question. C'est celui de P'olya, qui utilise trois urnes et qui doit, semble-t-il, s'adapter tout particulièrement à la succession des termes analytiques et synthétiques. Un article appelle fatalement un nom ou un adjectif après lui; il en est de même de certains adjectifs déterminatifs. Un verbe est suivi de compléments qui sont le plus souvent reliés à lui par l'intermédiaire de prépositions et de pronoms. On se trouve dans un cas tout à fait analogue à celui dans lequel l'influence de l'hérédité ou de la tradition est en jeu. Adoptant les notations de M. P'olya [7], nous appellerons ρ la probabilité d'un terme analytique dans toute l'étendue du texte considéré; σ, celle d'un terme synthétique; ρ_ρ, la probabilité pour qu'un terme analytique soit suivi d'un terme analytique et ρ_σ la probabilité qu'un terme synthétique soit suivi d'un terme analytique. Le texte que nous avons déja mis à contribution donne $\rho = 0{,}37286$; $\sigma = 0{,}62714$. Ce sont les indices de concentration et de dilatation pour $n = 100.000$, que nous avons déjà calculés à propos du schéma de Bernoulli. On déterminera la valeur empirique de ρ_ρ et ρ_σ en prenant dans leur ordre naturel les cent mille mots du même texte. On trouve ainsi $\rho_\sigma = 0{,}49941$; $\rho^\tau = 0{,}26041$. On en déduit la valeur du coefficient τ qui, selon qu'il est positif ou négatif, exprime la force soit de la tradition, soit de l'opposition; ici on a $\tau = \rho_\rho - \rho_\sigma = 0{,}239$.

La valeur de n est assez élevée pour qu'on néglige le second terme dans la formule :

$$Q^2 = \frac{1 + \tau}{1 - \tau} - 2\tau \frac{1 - \tau^n}{n(1 - \tau)^2}.$$

qui donne le coefficient de dispersion. On a ainsi $Q = 1{,}276$. La série est hypernormale, ce qui confirme l'influence évidente de la tradition; on a d'ailleurs $\tau > o$. Les termes analytiques sont la plupart du temps des mots plus courts que les termes synthétiques; ce sont très souvent des monosyllabes. Ainsi se trouve vérifiée cette loi très générale du langage, que le rythme de la phrase est essentiellement ïambique [8].

1. Voir la *Revue générale des Sciences*, n° 6, 1939.

7. G. Polya : Sur quelques points de la théorie des probabilités (*Annales de l'Institut H. Poincaré*, vol. I, fasc. II, p. 138.

8. C'est aussi une loi générale de l'esthétique (H. Riemann, *Allgemeine Musiklehre*, Leipzig, 1904, p. 91 et 108).

La succession des mots dans un texte plus ou moins étendu entre tout naturellement dans la catégorie des phénomènes liés en chaîne. Ce qui précède montre également qu'elle se prête tout particulièrement à une application de la théorie de M. Markoff[9]. On appellera p_{11} la probabilité pour qu'un mot quelconque de rang n soit un terme analytique lorsque le mot de rang $n-1$ est déjà un terme analytique; p_{12}, la probabilité pour que ce soit un terme synthétique et p_{21} pour que ce soit un terme analytique lorsque le mot précédent est un terme synthétique. P_1 sera la probabilité pour que le dernier mot du texte soit un terme analytique et P_2, pour que ce soit un terme synthétique. D'après la propriété fondamentale de la chaîne, tandis que les valeurs de p_{11}, p_{12}, p_{21} dépendent, par l'intermédiaire de formules de récurrence de la nature du premier mot du texte, P_1 et P_2 en sont presque complètement indépendants, du moins dans un texte de 100.000 mots. On connaît déjà p_{11} et p_{12} qui ne sont autre chose que les quantités ρ_ρ et ρ_σ calculées ci-dessus; p_{21} est donné par la relation :

$$p_{21} + p_{22} = 1;$$

où p_{22} correspond à p_{11}. On détermine P_1 et P_2 par les formules :

$$P_1 = \frac{p_{21}}{1-\lambda_1^{-1}}, \qquad P_2 = \frac{p_{12}}{1-\lambda_1^{-1}}$$

avec $\nu = (p_{11} - p_{21})^{-1}$; $p_{11} - p_{21}$ est la quantité τ que nous avons rencontrée plus haut et a pour valeur 0,239 dans le texte en question. On trouve ainsi $P_1 = 0{,}34219$ et $P_2 = 0{,}65625$. Quant à la dispersion elle est égale à :

$$P_1P_2 = \frac{1 + p_{11} - p_{21}}{1 - p_{11} - p_{21}} = 0{,}366.$$

En la comparant à la valeur théorique, on obtient le coefficient de dispersion $Q = 1{,}254$, valeur très voisine de celle obtenue par la méthode de P'olya. On a ainsi un précieux moyen de vérification.

La notion à laquelle correspondent les quantités P_1 et P_2 (nature du dernier mot du texte) est sans doute d'un faible intérêt; ces quantités n'ont en réalité d'autre utilité que de servir au calcul de la dispersion; ce sont des paramètres qu'il n'y a plus lieu de retenir lorsque les calculs sont terminés.

Un grand avantage des schémas de P'olya et de Markoff est qu'ils correspondent à une seule série de tirages; le contenu de la collection est ainsi dix fois plus grand qu'avec le schéma de Bernoulli; pour réaliser ce dernier on a partagé le texte en tranches de 100 mots ce qui correspond à 1.000 séries de 100 tirages; dans ces conditions la loi des grands nombres joue d'une manière moins efficace. Les deux systèmes ont néanmoins leur raison d'être; le schéma de Bernoulli donne une représentation pour ainsi dire statique des phénomènes; il met en lumière la répartition des termes analytiques et synthétiques dans l'ensemble de la série; la chaîne de Markoff fait voir comment varie l'indice de concentration quand on suit la progression même du texte. Il n'y a donc nullement lieu d'abandonner le premier système au profit du second.

La chaîne de Markoff est susceptible d'une autre application, également intéressante mais appartenant à un domaine tout différent. Nous voulons parler de l'analyse logique et de la succession des propositions principales, subordonnées et indépendantes. Avec les initiales de ces trois derniers mots on peut former six arrangements de 3 lettres 2 à 2 : PS, SP, PI, IP, SI, IS, auxquels il faut ajouter ceux qui proviennent de la répétition d'une lettre : PP, SS, II. En face de PS on inscrira le nombre qui indique combien le texte donné contient de groupes de propositions dans lesquels la première est une principale et la deuxième une subordonnée. Si on divise ce nombre par le nombre total de propositions on aura la probabilité pour que de deux propositions consécutives la première soit principale et la deuxième subordonnée. En procédant de même pour les autres groupes de lettres on obtiendra un tableau donnant les éléments primitifs de la chaîne. Nous avons appliqué cette méthode au « Livre de mon ami », en ne prenant toutefois que les 10.000 premiers mots. Cela peut suffire pour caractériser approximativement un texte, mais il serait illusoire de chercher à en déduire les autres constantes de la statistique, les formules étant beaucoup plus compliquées que lorsque la chaîne n'a que deux termes, comme dans la première application que nous avons faite.

Au style alerte d'A. France nous avons voulu comparer par ce procédé les savantes périodes d'un orateur sacré et nous avons pris à cet effet le Petit Carême de Massillon. Nous avons réuni les deux statistiques dans le tableau VIII de façon à rendre la comparaison plus commode. On voit que les groupes SS et II sont les plus caractéristiques et varient en sens inverse l'un de l'autre. En dépouillant un certain nombre d'auteurs on vérifierait probablement que la loi est générale. Il suffirait donc de dénombrer les propositions correspondant à l'un de ces groupes et négliger les huit autres, ce qui simplifierait singulièrement la tâche.

9. Hostinsky : Méthodes générales du calcul des probabilités, Paris, 1931 (Mémorial des sciences mathématiques, fasc. LII).

Tableau VIII.

Ordre de succession des propositions	Fréquence de ces successions chez A. France	Fréquence de ces successions chez Massillon
PS	250	254
SP	115	127
PI	19	7
IP	151	132
IS	27	8
SI	158	132
PP	9	9
SS	113	179
II	401	221
Totaux	1243	1069

Jusqu'ici, un texte unique a été notre champ d'expériences. Il était intéressant de comparer chez un même écrivain la valeur relative des différents éléments du langage. Nous allons maintenant étendre cette comparaison à des auteurs différents et même à des langues autres que le français.

A cet effet, nous avons choisi deux écrivains, Benjamin Constant et Maupassant, appartenant l'un au début, l'autre, à la fin du XIXe siècle et de styles bien différents; nous ne voulions pas trop nous éloigner de la langue actuelle, celle qu'il importe avant tout de connaître. Nous leur avons adjoint un auteur du XVIe siècle, Montaigne, la comparaisons d'époques très éloignées étant aussi d'un grand intérêt. Aux écrivains français nous avons ajouté un auteur allemand, Gœthe, et un auteur latin, Cicéron. Pour obtenir des résultats plus rapides nous avons opéré sur 10.000 mots seulement. Cette manière de procéder ne semble guère avoir d'inconvénient, comme on l'a vu plus haut et comme les résultats ultérieurs le confirment. Par contre, nous avons pensé que l'étendue de ces séries était insuffisante pour tenter l'ajustement, 10.000 mots ne donnant que 100 tranches de 100 mots. Il en est de même en ce qui concerne le schéma de Polya et surtout de la chaîne de Markoff où, théoriquement du moins, on doit faire tendre n vers l'infini. Les résultats de ces nouvelles recherches sont résumés dans les tableaux IX et X, page 3. Les textes étudiés sont les suivants : Montaigne, Essais, chapitre I; Benjamin Constant, Adolphe, chapitre I-IV; Maupassant : Une passion, Un soir, Un coup d'état; Gœthe, Ausmeinem Leben, I, I; Cicéron, Pro Milone, I-XXXVI. Le tableau IX donne l'indice de concentration pour chaque tranche de 100 mots et le nombre de tranches correspondant pour chaque écrivain. Le latin occupe, comme on voit, une place tout à fait à part. Le tableau X donne les indices c et d de concentration et de dilatation pour les 10.000 mots ainsi que la dispersion σ et le coefficient Q de dispersion pour le schéma de Bernoulli correspondant aux séries du tableau IX.

Tableau IX.

Nombre de noms et verbes	Montaigne	B. Constant	Maupassant	Gœthe	Nombre de noms et verbes	Cicéron
23		1	1		30	1
24		1	1		36	1
25		1	0	1	37	5
26	3	3	0	0	39	2
27	1	3	0	0	40	3
28	6	2	2	1	41	5
29	3	4	2	3	42	4
30	5	5	2	5	43	4
31	11	8	6	5	44	11
32	14	11	4	10	45	8
33	8	15	5	11	46	14
34	14	6	6	10	47	3
35	11	20	13	7	48	4
36	7	7	10	11	49	5
37	9	6	5	8	50	4
38	5	1	9	10	51	3
39	2	4	9	4	52	7
40	0	2	7	6	53	6
41	1		3	1	54	5
42			2	0	55	2
43			4	1	56	1
44			3	1	57	1
45			3		65	1
46			3			

Tableau X.

	c	d	σ	Q
Montaigne......	0,332	0,668	3,150	0,669
B. Constant.....	0,329	0,671	3,271	0,696
Maupassant.....	0,386	1,634	4,518	0,880
A. France......	0,364	0,636	2,922	0,607
Gœthe	0,347	0,653	3,286	0,690
Cicéron	0,465	0,535	2,924	0,586

Le tableau X est, semble-t-il, plus instructif et même plus éloquent que tous ceux qui précèdent. Le latin étant mis de côté, les différences entre les écrivains sont minimes; la plus faible se trouve être entre deux écrivains fortement éloignés dans le temps : Montaigne et Benjamin Constant. Il est remarquable que la langue de Montaigne, si imprégnée pourtant de latinité ait si peu le caractère synthétique que le latin possède au plus haut degré et auquel il doit d'occuper une place probablement unique parmi les autres langues. On peut donc dégager la loi suivante : l'indice de concentration est à peu près constant dans toute l'étendue de la langue. On pourrait même généraliser davantage, si l'étude d'un seul auteur étranger, comme Gœthe, pouvait y auto-

Fréquence des noms sur 10 000 mots

TABLEAU XI

Montaigne	1897
La Bruyère	1894
Massillon, Petit Carême	2191
J.-J. Rousseau, Morceaux choisis	1829
Mme de Staël, de l'Allemagne	2222
B. Constant, Adolphe	1615
Maupassant, Conte.	1943
A. France	2007
Mme de Sévigné	1695
Voltaire, Lettres	1837
La Fontaine, Fables, Livre I	2198
Racine, Phèdre	1978
Molière, Misanthrope	1585
« l'Avare	1545
V. Hugo, Légende des siècles	2412
« Hernani	2013
Verlaine, Morceaux choisis	2454
Mallarmé	2287
Cicéron	2588
Gœthe	2024

TABLEAU XI *bis*

1	Molière, l'Avare	1545
2	« Misanthrope	1585
3	B. Constant	1615
4	Mme de Staël	1695
5	J.-J. Rousseau	1829
6	Voltaire	1837
7	La Bruyère	1894
8	Montaigne	1897
9	Maupassant	1943
10	Racine	1978
11	A. France	2007
12	Hugo (Hernani)	2013
13	Gœthe	2024
14	Massillon	2121
15	La Fontaine	2128
16	Mme de Staël	2222
17	Mallarmé	2287
18	Hugo (Légende des siècles)	2412
19	Verlaine	2454
20	Cicéron	2588

riser[2]. Une simple hypothèse est sans doute permise. En tout cas il serait téméraire de faire une séparation entre les langues anciennes et les langues modernes. Ainsi il serait absurde de conclure du latin au grec; le grec ancien, tout comme l'allemand moderne fait une consommation énorme de particules et de mots parasites qui ne peuvent qu'abaisser le taux de la concentration. L'influence de la déclinaison sur la tendance à la synthèse est annulée ou à peu près compensée par l'emploi de l'article.

Il faudrait rechercher maintenant si les petites variations que subit l'indice de concentration dans toute l'étendue d'une ou plusieurs langues sont accidentelles ou systématiques. Dans le premier cas il s'agirait de trouver les schémas convenables; dans les deux cas on arriverait peut-être à faire quelque lumière à l'intérieur du mécanisme intime du langage. Une pareille étude exigerait le dépouillement d'un grand nombre d'écrivains, mais c'est là un travail relativement assez rapide quand on se borne à 10.000 mots pour chaque collection. On peut même pousser la simplification plus loin encore et réduire à un seul les deux éléments qui définissent la concentration. La fixité remarquable du nom est une qualité précieuse et il y a un grand intérêt à l'utiliser.

2. Il ne faut pas oublier que la déclinaison en allemand se réduit au fond à celle de l'article.

D'autre part, il est particulièrement avantageux de ne conserver que le nom quand on se propose de comparer des écrivains, des époques ou des genres. En effet, son association au verbe produit une certaine compensation qui atténue les différences numériques; si au contraire il figure seul dans les statistiques, ces différences sont amplifiées et l'individualité d'un écrivain apparaît plus nettement. Le tableau XI (p. 6) donne la fréquence du nom sur 10.000 mots et chez 18 auteurs; les résultats ont été classés de deux manières différentes : dans une première liste, on a cherché à les grouper par genres, en conservant autant que possible l'ordre chronologique; la seconde (tableau XI *bis*, p. 6) suit l'ordre des fréquences. Il va sans dire que ce tableau, assez restreint, ne saurait prétendre à être autre chose qu'une simple indication. Toutefois il se prête déjà à de multiples expériences, lorsqu'on se place par exemple au point de vue de la variation d'un élément autour de sa moyenne. Prenons le tableau II (courbe du nom); nous nous sommes servis pour le construire d'un seul auteur, A. France. Il peut être intéressant de rechercher ce que devient cette courbe si on établit la statistique au moyen de 10 textes empruntés à 10 auteurs différents et contenant chacun 10.000 mots. C'est ce que nous avons fait en utilisant les textes qui ont servi à dresser le tableau XI, à l'exception des auteurs étrangers. Les résultats sont donnés par le tableau 12 (p. 8).

TABLEAU XII

Fréquence du nom chez 10 auteurs

Nombre de noms	Nombre de tranches observé	Nombre de tranches calculé	Ecart	Nombre de noms	Nombre de tranches observé	Nombre de tranches calculé	Ecart	
—	—	—	—	—	—	—	—	m = 2,093
								σ = 4,560
5	1	1	0	25	46	39	7	Q = 1,094
6	1	1	0	26	34	36	—2	
7	2	3	— 1	27	18	20	—2	
8	4	5	— 1	28	10	13	—3	
9	7	8	— 1	29	11	8	3	
10	15	12	3	30	3	5	—2	
11	20	18	2	31	2	3	—1	
					1000	1000		
12	23	25	— 2					
13	38	35	3					
14	60	45	15					
15	53	57	— 4					
16	69	68	1					
17	85	77	8					
18	76	84	— 8					
19	84	87	— 3					
20	68	86	—18					
21	69	82	—13					
22	78	73	5					
23	63	63	0					
24	60	51	9					

Nous avons voulu faire porter l'expérience sur un plus grand nombre d'auteurs encore, et, pour que les résultats soient comparables, nous avons conservé le total des 100.000 mots en les empruntant à 100 auteurs différents. Chaque texte ne comprenant que 1.000 mots est sans doute insuffisant pour caractériser l'écrivain correspondant, mais le but qu'on poursuit ici n'exige nullement cette condition. Ces textes sont empruntés aux Morceaux choisis de Ch. M. Desgranges, ouvrage destiné au second cycle de l'enseignement secondaire, complétés par quelques auteurs contemporains. Nous avons ainsi obtenu le tableau XIII (p. 9).

Tableau XIII

Fréquence du nom chez 100 auteurs.

Nombre de noms	Nombre de tranches observé	Nombre de tranches calculé	Ecart	Nombre de noms	Nombre de tranches observé	Nombre de tranches calculé	Ecart	
5	1	1	0	25	61	54	7	$m = -0{,}437$
6	0	2	—2	26	43	45	—2	$\sigma = 5\ 297$
7	0	3	—3	27	38	37	1	$a = 1{,}180$
8	6	5	1	28	25	28	—3	
9	12	7	5	29	21	21	0	
10	17	10	7	30	16	15	1	
11	14	15	—1	31	9	11	—2	
12	25	20	5	32	10	7	3	
13	14	27	13	33	6	5	1	
14	45	35	10	34	2	3	—1	
15	38	43	—5	35	2	2	0	
16	41	52	—11	36	2	1	1	
17	65	60	5		1.000	1.000		
18	66	67	-1					
19	81	72	9					
20	63	74	—11					
21	87	75	12					
22	64	73	—9					
23	76	68	8					
24	50	62	—12					

Enfin, en groupant toutes les données accumulées jusqu'ici on obtient une statistique portant sur 300.000 mots. Elle présente l'inconvénient de manquer d'homogénéité, car un auteur, A. France, y occupe une place prépondérante (tabl. XIV, p. 10).

On a ainsi quatre tableaux relatifs à la fréquence du nom. Leur comparaison montre que la dispersion est minima lorsque la st tistique porte sur un seul auteur et qu'elle est maxima pour celle qui en groupe 100. La collection de 300.000 mots présente cette particularité exceptionnelle que la probabilité qui sert de base à l'ajustement est négative. La comparaison des erreurs moyennes donne les résultats suivants :

Tableaux	Nombre d'auteurs	Nombre de mots	Erreur moyenne
IV	1	100.000	5,57
XII	10	100.000	6,46
XIII	100	100.000	6,40
XIV	18	300.000	5,66

Ainsi la statistique portant sur un seul auteur est celle où non seulement la dispersion est minima, mais encore celle où l'ajustement est le plus approché. Le nombre des auteurs ne produit pas de compensation, au contraire.

Il semblerait donc qu'il ne suffit pas de multiplier le nombre des observations pour que la loi de Gauss se vérifie d'une manière plus satisfaisante et les objets de la collection n'interviennent pas seulement par leur quantité, mais aussi par leur qualité, nous voulons dire leur nature et leur origine. Mais il y a autre chose encore. Nous avions supposé plus haut (p. 2) que 100 tranches de 100 mots ne suffisaient pas pour

Tableau XIV.

Fréquence du nom sur 300.000 mots.

Nombre de noms	Nombre de tranches observé	Nombre de tranches calculé	Ecart	Nombre de noms	Nombre de tranches observé	Nombre de tranches calculé	Ecart	
5	2	5	—3	25	177	209	—32	$m = -1{,}179$
6	2	7	—5	26	158	174	—16	$\sigma = 4\ 143$
7	3	10	—7	27	124	135	11	$a = 1{,}112$
8	6	14	—8	28	68	95	—27	
9	13	20	—7	29	55	59	—4	
10	23	27	—4	30	49	32	17	
11	31	36	—5	31	18	14	4	
12	51	48	3	32	16	5	11	
13	71	63	8	33	13	1	12	
14	112	81	31	34	11	0	11	
15	119	102	17	35	2	0	2	
16	161	126	35	36	3	0	3	
17	195	152	43	37	1	0	1	
18	202	178	24	38	2	0	2	
19	209	204	5	39	1	0	1	
20	214	226	—12	40	0	0	0	
21	226	243	—17	41	1	0	1	
22	233	251	—18		3.000	3.000		
23	220	249	—29					
24	208	234	—26					

que l'on pût tenter l'ajustement d'un binôme. Ayant tenu à nous en assurer, nous avons pu constater que nos craintes n'étaient pas fondées. On pourra s'en convaincre en examinant le tableau XV (pages 13 et 14) qui donne la répartition des noms chez les écrivains, parmi lesquels Gœthe et Cicéron. Ainsi se trouve complété l'assertion précédente qui, en somme, avait en vue la précision de l'ajustement et non sa possibilité. Cette constatation présente un autre intérêt : c'est la rapidité relative avec laquelle il est possible d'explorer un texte limité à 10.000 mots et de l'étudier non seulement au point de vue de la moyenne mais encore de la répartition de cette moyenne. L'inconvénient d'une moindre précision dans l'ajustement est compensé par la variété des résultats et la plus grande netteté des différences spécifiques

(A suivre.) **Pomaret.**

Tableau XV

Nombre de noms	Montaigne Nombre de tranches observé	Montaigne calculé	La Bruyère Nombre de tranches observé	La Bruyère calculé	La Fontaine Nombre de tranches observé	La Fontaine calculé	A. France Nombre de tranches observé	A. France calculé	Gœthe Nombre de tranches observé	Gœthe calculé
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	1	1								
9										
10							1	1		
11	2	3	1	1						
12	2	2	2	2			3	1	2	1
13	2	3	2	3			3	2	2	2
14	5	5	6	5	1	0	3	3	1	3
15	6	7	5	7	2	1	1	4	5	4
16	9	8	11	9	2	2	4	6	8	6
17	14	10	15	10	4	3	6	7	3	8
18	10	10	11	11	7	5	10	9	11	10
19	5	11	9	10	9	7	13	10	13	10
20	11	10	8	10	8	9	10	11	11	11
21	8	9	2	8	9	11	8	11	12	10
22	6	7	7	7	11	12	14	10	7	9
23	6	6	6	5	15	12	3	8	3	8
24	6	4	5	4	14	11	4	6	8	6
25	2	3	3	3	4	9	8	5	7	4
26	3	2	4	2	5	7	3	3	0	3
27	1	1	1	1	2	5	2	2	1	2
28			1	1	4	3			4	1
29			1	1	2	2			1	1
30					7	1	1	1		
31					1	0	1	0	1	1
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
m	1,670		1,970		— 1,020		1,030		1,230	
σ	3,776		3,850		3,358		3,761		3.807	
Erreur moyenne	0,020		0,021		0,021		0,025		0,025	

Tableau XV *(suite)*

Nombre de noms	Cicéron Nombre de tranches observé	Cicéron calculé	Nombre de noms	Nombre de tranches observé	calculé	Nombre de noms	Maupassant Nombre de tranches observé	Maupassant calculé	Nombre de noms	Nombre de tranches observé	calculé
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	1	0	28	5	7	5	1	0	20	12	7
14	1	1	29	7	6	6	1	0	21	6	7
15	0	1	30	1	5	7	1	1	22	11	7
16	2	1	31	3	4	8	0	1	23	5	6
17	3	2	32	3	4	9	1	1	24	4	5
18	3	3	33	5	3	10	2	2	25	5	4
19	0	4	34	1	2	11	2	2	26	1	4
20	3	4	35	3	2	12	2	3	27	3	3
21	4	5	36	0	1	13	7	4	28	2	2
22	7	6	37	4	1	14	2	4	29	1	2
23	11	7	38	1	1	15	5	5	30	1	1
24	8	7	41	1	1	16	4	6	31	0	1
25	12	8				17	5	6	32	1	1
26	7	7				18	5	7	33	1	0
27	4	7				19	8	7	34	1	0
				100	100					100	100
m	0,880							— 0,570			
σ	5,518							5,595			
Erreur moyenne	0,020							0,017			

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences physiques et chimiques.

Burton (E. F.). — **The physical properties of colloïdal solutions. (Les propriétés physiques des solutions colloïdales.** 3e *édition.* 1 *vol. in-*8° *de* 235 *pages avec* 36 *figures, édité chez Longmans, Green and Co, Londres, New-York et Toronto,* 1938 (*Prix*: 15 *sh.*).

Dans les deux premiers chapitres, l'auteur retrace avec précision l'histoire de la découverte des colloïdes; il les définit, les classe et décrit les différentes techniques de préparation.

Après une brève analyse des forces qui agissent sur les particules colloïdales et règlent leur grosseur, vient un excellent chapitre sur l'emploi du microscope et de l'ultramicroscope, et leurs perfectionnements les plus récents. Nous voyons ensuite les expériences relatives au mouvement brownienen en détail, et plus rapidement leur théorie. Deux grands chapitres sont consacrés aux expériences de Perrin. Les propriétés optiques des colloïdes sont résumées très succinctement tandis que les procédés pour déterminer la grandeur des grains sont décrits avec des renseignements très intéressants sur les techniques modernes (ultracentrifugeuse, rayons X). Le livre se termine par deux chapitres très clairs sur les propriétés moins bien connues des colloïdes : propriétés électrocinétiques et coagulation).

Les références bibliographiques sont assez peu nombreuses et choisies avec soin.

L'ensemble du volume est agréable à lire malgré sa précision; la présentation est parfaite.

GRIVET.

Destouches (Jean-Louis). — **La cinétique opératorielle.** — *Chapitre premier du* Traité de Mécanique ondulatoire des systèmes. — Actualités scientifiques et industrielles, 409. — *Exposés de physique théorique publiés sous la direction de* M Louis DE BROGLIE. *XIX.* — 1 *fasc. de* 70 *p., Paris,* 1936. *Hermann et Cie, édit.*

A la suite des développements récents de l'axiomatique de la mécanique ondulatoire auxquels d'ailleurs ses travaux ont fortement contribués, M. J.-L. Destouches s'est proposé de rassembler les résultats acquis et de rédiger un traité de mécanique ondulatoire des systèmes dont l'exposé, débarrassé des faits expérimentaux qui ont permis la construction inductive de la mécanique ondulatoire, suivrait une voie rigoureusement déductive à partir d'un système d'axiomes fondamentaux. De même que la mécanique rationnelle classique se divise en plusieurs branches logiquement autonomes, la mécanique ondulatoire se divisera en diverses branches possédant entre elles une certaine autonomie logique. C'est la première de ces branches, la cinétique opératorielle que M. J.-L. Destouches nous donne dans ce fascicule.

Après avoir exposé dans deux chapitres préliminaires le rôle des opérateurs en mécanique ondulatoire et les problèmes que pose la forme suivant laquelle on introduit la notion primordiale de corpuscule, M. Destouches étudie dans le troisième chapitre la cinétique opératorielle du corpuscule unique, ensemble des propriétés des opérateurs géométriques et cinétiques attachés à un corpuscule. Le quatrième chapitre est consacré aux opérateurs cinétiques attachés à un système mécanique : opérateurs moments d'inertie, opérateurs résultante et moment cinétique, opérateur force vive. Dans le but de permettre aux théorèmes de cinétique opératorielle de s'exprimer sous une forme analogue à celle des théorèmes de cinétique classique J.-L. Destouches introduit dans le chapitre V une notion nouvelle, la notion d'équicorrespondance entre deux opérateurs permettant d'étudier les propriétés des opérateurs cinétiques après un changement de variables ou de paramètres. Enfin le chapitre VI étudie les théorèmes cinétiques correspondant aux propriétés des opérateurs attachés au centre de gravité.

G. P.

Sesmat (Augustin). — **Systèmes de références et mouvements. I Physique classique. II. Physique relativiste.** — 2 *vol.,* 448 *et* 688 *pages. Hermann et Cie, Paris,* 1937. (*Prix* : 88 et 93 *fr.*)

Le premier volume contient : 1° Le problème des mouvements; 2° l'ancienne astronomie d'Eudoxe à Descartes; 3° mécanique newtonienne et gravitation; 4° le système absolu de la mécanique; 5° l'optique des corps au repos; 6° l'optique des corps en mouvements; 7° l'esprit de la Science classique. Le deuxième volume contient : 1° genèse des théories de la relativité; 2° principe de la théorie restreinte; 3° les systèmes privilégiés de la théorie restreinte; 4° principe de la théorie générale; 5° théorie relative de la gravitation; 6° les systèmes privilégiés de la théorie gravitation; 6° les systèmes privilégiés de la théorie générale; 7° essai critique sur la doctrine relativiste. Ces deux volumes ont paru aussi en 14 brochures de la collection des Act. Scient. et Ind.

C'est un ouvrage d'une grande valeur didactique bien que rédigé avec une intention expressément critique destinée à restaurer ce qu'on appelle la philosophie naturelle proprement absolutiste et substantialiste. L'auteur oppose son esquisse d'un « relationnisme hiérarchique » au relativisme anarchique qui a pris, selon lui, son inspiration dans un positivisme trop étroit.

Personnellement j'apprécie mieux les objections

spiritualistes de l'abbé Sesmat que les divagations subjectivistes de certains savants qui rabaissent la validité positive de la Science; mais, à propos de la relativité générale, il faudrait convenir que l'absolu, autant comme conscience que comme substance, n'est aucunement mis en doute, mais c'est l'absolu formel purement conventionnel qui est instauré à titre de principe méthodologique pour guider la recherche interminable des sujets et objets ontologiques. Ainsi, la physico-mathématique accomplit les exigences de la méthode cartésienne qui peut se résumer par ce mot d'ordre auquel l'abbé Sesmat ne s'opposera pas, *qu'au commencement soit le verbe mathématique.* En tous cas, notons que l'abbé Sesmat écrit : « il serait aussi vain de méconnaître le succès magnifique du dynamisme dans son domaine propre que d'ignorer ses limites et son insuffisance à expliquer toutes choses : or, un tel succès est signe de vérité ». Cela semble d'une probité exemplaire.

G. Aporéma.

2° Sciences naturelles.

Sturtevant (A. H.), *Prof. à l'Institut de Technologie de Pasadena, Californie.* — **Problèmes génétiques.** 1 *fasc. de* 20 *pages.* Actualités scientifiques et industrielles. 408. **Exposés de génétique.** I, 1936. *Paris, Hermann et Cie* (*Prix*: 7 *fr.*).

Le présent article est une sorte d'inventaire raisonné de la théorie génétique, c'est-à-dire de la science du gène, indiquant les voies où l'on peut s'attendre à voir progresser la connaissance, sans aucune prétention à la prophétie. S. mentionne comme sujet d'étude le mécanisme intime du crossing over et les réarrangements chromosomiques par translocation, qui sont vérifiables par les structures visibles des chromosomes géants des glandes salivaires des Drosophiles. L'examen des mutations provoquées par les rayons X apparaît comme le meilleur moyen d'apprendre quelque chose sur la nature des gènes et leur reproduction; la mutation est-elle le résultat direct du choc électronique ou n'est-elle qu'un effet indirect des modifications locales produites par le rayonnement? Le mécanisme de l'évolution sera probablement éclairci par l'étude chromosomique, puisqu'on a constaté souvent entre espèces différentes toutes sortes d'inversions et de dislocations, la position des gènes aussi bien que leur constitution propre jouant un rôle dans la série des réactions complexes qu'ils commandent.

L. Cuénot.

Géographie Universelle, *publiée sous la direction de* P. Vidal de la Blache, *membre de l'Institut et* L. Gallois, *professeur à la Sorbonne.* — Tome XI. — **Afrique septentrionale et occidentale,** *par* Augustin Bernard, *membre de l'Institut, professeur à l'Université de Paris.* — *Deuxième partie* : **Sahara, Afrique occidentale.** *Librairie* Armand Colin.

Tome XII

Le second volume du tome XI de la *Géographie universelle* était attendu avec impatience. Il est dû, comme le premier, à M. Augustin Bernard, que sa carrière et ses études antérieures qualifiaient particulièrement.

Le Sahara et l'Afrique occidentale sollicitent spécialement, à l'heure actuelle, l'attention du lecteur, en raison des problèmes qui s'y posent : non pas seulement problèmes de géographie physique soulevés par l'étude du plus grand désert du monde, mais problèmes des relations entre les puissances coloniales et les populations indigènes, problèmes d'outillage et de mise en valeur d'une partie essentielle de l'Empire français.

Avec le premier volume, qui traite de l'*Afrique du Nord*, ce deuxième volume du tome XI de la *Géographie universelle* complète la magistrale étude consacrée par M. Augustin Bernard à l'Afrique septentrionale et occidentale. L'auteur a su éviter les termes trop techniques et présenter son exposé d'une manière simple et claire, accessible à tous. Car ce n'est pas seulement aux géographes et aux spécialistes des disciplines voisines que s'adresse ce bel ensemble. A l'heure où le continent africain est l'objet de tant de rivalités et de convoitises, tout homme cultivé voudra puiser dans l'œuvre de M. Augustin Bernard la connaissance profonde de cette France africaine où s'affirme la réalité présente de l'Empire français.

Tome XII.

La faveur que rencontre la *Géographie universelle* sera accrue s'il est possible par la parution du Tome XII « Afrique Equatoriale, Orientale et Australe » dont M. Fernand Maurette, avec la parfaite connaissance des questions africaines, et l'érudition éclairée que nous lui connaissons, a fait une étude qui sera appréciée non seulement des spécialistes mais aussi de *tous ceux* — et ils sont légion — qui à l'heure actuelle se sont rendu compte de l'intérêt qui présente pour la France ce domaine colonial qui, plus que jamais, doit être mis activement en valeur.

Avec sa documentation approfondie, sa clarté et la perfection des documents photographiques le travail de M. Maurette devra occuper une place de choix dans toutes les bibliothèques.

J. C.

3° Sciences médicales.

P. Lebeau et **G. Courtois,** *Professeur et assistant à la Faculté de Pharmacie de Paris.* — **Traité de Pharmacie chimique.** 2e *édition refondue.* 2 *vol. formant* 3380 *pages. Prix* : 740 *fr. Masson et Cie, éditeurs.*

Les importantes découvertes faites en chimie pendant ces dernières années et l'importance toujours plus grande prise en thérapeutique par les alcaloïdes et les glucosides (vitamines, hormones, etc.) ont conduit MM. Lebeau et Courtois à faire une nouvelle édition de leur Traité de Pharmacie chimique, pour le mettre en accord avec les dernières nouveautés et les prescriptions du Codex 1937.

Tout en conservant la présentation et le cadre de la première édition, ils l'ont considérablement modifiée et agrandie.

Ce beau traité comporte une étude approfondie de chaque médicament emprunté au domaine chimique; on y trouve des indications précises sur sa préparation industrielle ou officinale, sur ses propriétés chimiques, sur son mode d'action thérapeutique, etc. La plupart des médicaments nouveaux sont mentionnés avec indication de leur utilisation.

Ainsi conçu et grâce à une importante partie documentaire, cet ouvrage s'adresse non seulement aux étudiants pour qui il a été publié mais à tous ceux qui s'intéressent aux applications de la chimie et de sa thérapeutique.

Il sera donc un instrument de travail indispensable aux chimistes, aux pharmaciens et aux industriels fabriquant des produits pharmaceutiques. Souvent consulté il leur fournira de précieux renseignements sur tous les produits chimiques utilisés en thérapeutique en phytothérapie, médecine vétérinaire, etc.

Ajoutons que les éditeurs n'ont rien négligé pour rendre agréable la présentation de ce bel ouvrage.

J. A. M.

4° Art de l'Ingénieur.

Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1939. — *1 vol. in-8° de 584-25-21-53 pages. Paris, Gauthier-Villars (Prix, broché : 25 fr.).*

Suivant la formule adoptée depuis quelques années, les quatre premiers chapitres de cet ouvrage sont respectivement consacrés au *Calendrier*, à la *Terre*, à l'*Astronomie*, aux *Unités de mesure* et aux *Monnaies*.

Le cinquième chapitre de la présente édition contient des *Données géographiques*, *Statistiques démographiques*, *Tables de survie*, *d'annuités*, *d'intérêt et d'amortissement*.

L'annuaire se termine par deux notices scientifiques :

Les anomalies magnétiques, par M. Ch. Maurain;

Les évanouissements brusques des ondes radio-électriques courtes, par M. R. Jouaust.

Ph. Tongas.

Bochet (M.), — **Les moteurs à huile lourde à injection pneumatique ou mécanique** 1 *vol.* 16 × 25 *de* 154 *pages et* 76 *fig. Paris, Eyrolles*, 1938.

La question des moteurs à combustion interne évolue si rapidement que des revues, comme le Bulletin Technique du Bureau Veritas peuvent à bon droit lui consacrer périodiquement des numéros spéciaux; nombreux sont déjà les ouvrages périmés parmi ceux qui en traitent; c'est dire l'intérêt de toute contribution nouvelle à ce problème d'actualité. L'auteur, ingénieur-conseil à la Société Alsthom, donne sous une forme claire, avec de nombreuses figures, l'essentiel des plus récentes connaissances théoriques et pratiques sur le sujet.

Ph. Tongas.

Gouard (E.) et **Hiernaux** (G.). — **Complément au cours élémentaire de Mécanique industrielle.** *Première partie. 1 vol.* 13 × 21 *de* 327 *p.; deuxième partie, 1 vol.* 13 × 21, *de* 214 *p. Paris, Dunod*, 1939.

Cet ouvrage est à l'usage des élèves des Ecoles pratiques de Commerce et d'Industrie, des Ecoles nationales professionnelles, des Ecoles de mécaniciens de la marine, etc.

Il traite, de façon élémentaire, diverses questions concernant la cinématique, la résistance des matériaux, les machines et turbines à vapeur dans sa première partie; les moteurs à explosion, l'automobile et l'aéronautique dans la seconde.

Ph. Tongas.

Griveaud (L.). — **Le poids propre des ouvrages métalliques.** — *1 vol.* 12 × 21 *de* 52 *pages. Paris et Liége, Béranger*, 1937.

Ce petit ouvrage a pour objet de donner aux constructeurs et ingénieurs le moyen de procéder à une estimation de poids et de dépense à l'aide de formules simples et de tables numériques. Le but recherché nous aurait semblé plus pleinement atteint par l'auteur si celui-ci, au lieu de se borner à dire à plusieurs reprises que l'emploi d'abaques faciliterait beaucoup la solution de telle ou telle question, avait établi ces abaques ou s'il en avait, du moins, fourni le principe au lecteur.

Ph. Tongas.

Havre (Horace). — **Concentration des minerais par flotation. Exposé théorique et pratique.** — *1 vol. in-8° de 462 pages avec 222 figures et 3 planches hors texte. Librairie Polytechnique, Béranger. Paris*, 1937.

Sous le nom de flotation, on désigne les procédés permettant de faire flotter sur l'eau un des constituants d'un minerai complexe afin d'isoler ce constituant. Ces procédés sont aujourd'hui très nombreux et couramment utilisés par l'industrie, sans qu'on connaisse toujours d'une manière précise les principes sur lesquels ils reposent.

Dans le présent ouvrage, conçu d'un point de vue véritablement scientifique, M. Havre envisage tout d'abord les principaux phénomènes physico chimiques susceptibles d'être utilisés pour permettre à un constituant minéral de flotter à la surface de l'eau bien que plus dense que celle-ci; c'est ainsi qu'il étudie successivement la flotation sans agitation (flotation simple, sous pression, des sels solubles, par l'huile), la flotation avec agitation (flotation chimique, au savon, de ségrégation). Après cet exposé destiné à classer les méthodes mises en œuvre, l'auteur examine plus spécialement les principaux aspects techniques et

industriels de la flotation : concassage, broyage, lavage, traitement des différents minerais dans les appareils de flotation, contrôle et prix de revient.

Si l'on songe que la flotation a pris, depuis 1920, un grand développement dans le traitement des minerais les plus divers, qu'il s'agit d'une technique en plein développement faisant l'objet chaque année de multiples perfectionnements, on conçoit l'intérêt que présente pour les lecteurs de langue française l'ouvrage si documenté de M. Havre, où l'on trouve un exposé critique parfaitement au point de l'état actuel de la question.

A. B.

Tenot (A.). — **Mécanique des fluides appliquée.** (Exercices numériques en vue des applications industrielles), *Tome* III. — 1 *vol.* 13 × 21 *de* 184 *pages et* 48 *fig. Paris, Dunod*, 1939.

Les théories modernes de la mécanique des fluides, exposées par l'auteur dans un ouvrage précédent, ont des applications dans les domaines les plus divers et doivent, en conséquence, être connues d'un grand nombre d'ingénieurs; il leur faut, en outre, savoir les mettre en œuvre; ils trouveront, à cet égard, une aide précieuse dans le présent recueil d'exercices *numériques* dont les données s'inspirent des principaux cas rencontrés en pratique.

Ph. Tongas.

Travaux et Mémoires de la Société Française des Mécaniciens. Tome I. Mécanique de précision et et Métrologie ; *1 vol. 24 × 32 de 300 pages ; Editions Science et Industrie, 29, rue de Berri, Paris, 1939 (Prix, broché : 80 fr.).*

Dans plusieurs *chroniques* publiées par la *Revue*, nous avons déjà eu l'occasion d'attirer l'attention de nos lecteurs, d'abord sur la création de la *Société Française des Mécaniciens*, puis sur diverses manifestations intéressantes de son activité. Outre son bulletin *Mécanique*, la Société publiera désormais chaque année, sous le titre général de *Travaux et Mémoires de la Société Française des Mécaniciens*, quelques volumes consacrés à la synthèse des connaissances les plus récentes sur certains sujets d'actualité.

Le premier de ces ouvrages, qui vient de paraître, est le résultat fécond de trois années d'action du groupe *Mécanique de Précision et Métrologie* de la Société; il réunit la collaboration la plus brillante et la plus diverse, chaque question ayant ainsi été étudiée sous tous ses aspects; il est divisé en deux parties dont la première, préfacée par M. le Professeur Fabry, comporte les chapitres suivants :

Interprétation des résultats de mesure. — Mesure des constantes élastiques. — Application des méthodes statistiques à la métrologie industrielle. — Métrologie indirecte. — Méthodes de mesure des vitesses. — Mesure des vitesses utilisées en aérodynamique, en balistique, en hydraulique; contrôle des records. — Mesure des vitesses de chauffe et de refroidissement. — Matériaux métalliques en mécanique de précision et métrologie. — Mesure des rugosités superficielles. — Amplificateurs optiques. — Amplification mécanique et par répétition. — Pilotage automatique des avions. — Étude des percussions par la photoélasticité.

Sous le titre *Année métrologique 1937*, la seconde partie traite de :

L'exposition de métrologie et des poids et mesures. — Première conférence internationale de métrologie pratique. — Journées internationales de chronométrie et de métrologie. — Bibliographie sur la métrologie en France en 1937-1938.

Si grand que soit l'intérêt scientifique et technique de cet ouvrage, immédiate son utilité pour nos fabrications d'armement et impeccable sa présentation, c'est plus encore sur la valeur symbolique de sa publication en octobre 1939 que nous voudrions insister; la France, qui fait la guerre, n'abandonne pas pour autant ses activités laborieuses de la paix dont ce livre ira porter à l'étranger un utile et remarquable témoignage.

Ph. Tongas.

5° Divers.

Accambray (Léon). — **Un testament philosophique. Prolégomènes à une métaphysique rationnelle.** — 1 *vol. in-8°.* 173 *pages. Alcan, Paris,* 1937. (*Prix* : 30 *fr.*)

Ce livre semble exactement caractérisé dans l'avant-propos de John Nicolétis, comme un acte de foi dans le progrès humain, à l'aide de la synthèse scientifique. Léon Accambray attachait une importance extrême à la notion d' « association créatrice » préconisée par Izoulet et qui, sans comporter rien de mécanique, doit être entendue à la manière de l'organisation conceptuelle de Leibnitz et de la synthèse dialectique de Hegel. Mais l'argumentation de L. Accambray, sans rien perdre de sa signification éthique et déontologique, revête la forme d'une épistémologie scientifique fondée sur la théorie de la relativité einsteinienne et des théories atomistiques, quantiques, nucléaires et ondulatoires et s'adapte ainsi aux connaissances les plus récentes. La métaphysique rationnelle que L. Accambray préconise, considère l'Etre universel comme le composé d'autres êtres qui, à leur tour, sont aussi composés.

Selon l'inspiration du vitalisme bergsonnien et du naturalisme très en vogue à la fin du XIXe siècle, il essaye une explication de l'existence entière par des analogies avec l'organisation biologique et surtout le développement embryologique. Ainsi, la destinée de l'humanité lui apparaît sous la forme d'une

organisation confédérale de tous les peuples librement et fraternellement réunis.

En somme, l'auteur, polytechnicien et officier, se réclame d'un principe d'autorité exercé par des hommes capables d'être des guides de la vie sociale tels que pourraient l'être les élèves d'une Ecole Polytechnique où l'enseignement des disciplines mathématiques serait complété par des études plus concrètes des questions morales et économiques. Mais la théorie métaphysique qui devrait être le fondement d'un tel enseignement me semble assez obscur tant elle est pleine de sous-entendus.

G. A.

Geoffroy (G.). — **Le blé, la farine, le pain.** — 1 *vol.* 16 × 25, 359 *pages*, 1939. *Paris, Dunod.*

Cet ouvrage traite des questions d'une grande importance pour l'économie nationale et de l'hygiène alimentaire, sur lesquelles n'existe aucun ouvrage récent. Il permet au producteur de blé, au chimiste céréaliste d'approfondir l'étude biologique et chimique du grain et de sa formation dans l'épi, ainsi que celle des méthodes pour l'analyse des blés et des farines. Il donne au sélectionneur la possibilité de connaître les facteurs qui agissent sur les propriétés du grain et modifient sa valeur boulangère. Il expose d'une façon détaillée, pour le meunier et le boulanger, les opérations très délicates de la mouture et de la fermentation panaire. Il décrit, en particulier, les recherches et la mise au point des procédés nouveaux que les lois sociales ont imposés depuis quelques années en édictant des horaires de travail rigoureux. Enfin l'hygiéniste et le consommateur trouveront dans cet ouvrage un examen objectif de la qualité du pain fabriqué actuellement et des améliorations qui peuvent y être apportées.

G. Malfitano.

Guernier (Eugène L.). — **Le Destin des Continents.** — 1 *vol. in-8° carré de* 228 *pages. Félix Alcan. Paris.* 1938 (*Prix* : 30 *fr.*).

On ne saurait trouver *une plus juste synthèse, un plus complet diagnostic de la situation économique du monde.* L'exposé des causes, M. E.-L. Guernier le fait comme il convient en constatant que la guerre est le point de départ de la situation nouvelle où se trouve engagé le monde. Mais aussitôt, et c'est ce qui donne tout l'intérêt à cette étude, il *analyse dans le détail les effets du chaos et les réactions qu'il suscite* : dans le monde et dans chaque pays européen en particulier.

J. C.

Jarry-Guéroult (R.) — **Les rapports limites de l'ordre et du libre-arbitre dans l'évolution des Sociétés humaines.** — 1 *broch in-8°* 64 *pages.* Act. Scient. et Ind , *Hermann, Paris*, 1936.

Cette première brochure d'une série destinée aux études de « Dynamique sociale » dirigées par M. R. Jarry-Guéroult contient des prolégomènes d'une doctrine ayant trait autant aux questions d'éthique individuelle et sociale qu'aux questions économiques et technologiques. L'auteur, qui est ingénieur civil des mines et diplômé de l'Ecole libre des Sciences politiques, se réclame de la méthode cartésienne et de *L'Esprit des Lois* de Montesquieu pour préconiser l'application du schématisme de la géométrie analytique à des questions qui, de la considération des « Progrès de la pensée scientifique moderne et l'idée du souverain Bien selon Descartes » vont jusqu'à des « analogies de notation avec l'électro-technique... des catégories de la volonté... et de la « Prise de conscience ».

L'usage d'analogie empruntée à la mécanique et à la physique qui pourrait faire penser à une sorte de matérialisme dialectique est contrecarrée par de fréquentes citations de Pascal, H. Bergson, P. Valéry, E. Le Roy, etc.

La part technique trop succinte concerne la figuration vectorielle du milieu social, l'utilisation cartographique de cette représentation, la comptabilité analytique et synthétique, l'esquisse d'une classification positive des outillages, l'évolution technique des outillages dans le temps, le contrôle de cette évolution; ce dernier paragraphe contient la promesse d'une solution du problème de la liberté...

Cette sympathique entreprise, pour ne pas paraître une vaine promesse, dans cette première brochure, avec une intention très réaliste, s'arrête sur des planches qui représentent la production, la vente et l'utilisation des pommes de terre, et des graphiques extraits d'un rapport présenté au Conseil National Economique, publié par le *J. O.* du 22 sept. 1932.

G. M.

Correspondance du P. Marin Mersenne, *religieux minime, publiée par* Mme Paul Tannery, *Editée et annotée par* Cornelis de Waard *avec la collaboration de* René Pintard. *Tome I,* 1617-1627; *Tome II,* 1628-1630. — 2 *vol. in-8° de* 666 *et* 709 *pages avec planches hors-texte. Beauchesne, éditeur, Paris.*

Le grand érudit que fut Paul Tannery, qui a laissé dans l'histoire des sciences une œuvre d'une si magnifique richesse, avait pressenti depuis longtemps l'intérêt que pourrait présenter la publication intégrale des Lettres du Père Mersenne. Il avait réuni à cet effet un ensemble considérable de documents que sa mort prématurée, survenue en 1904, ne lui laissa pas hélas le temps d'utiliser. Animée d'une grande vénération pour la mémoire de son mari et du plus pur dévouement pour la science, Mme Paul Tannery s'est donné comme tâche de mener à bonne fin cette œuvre considérable. Elle a été aidée dans ce travail par un très éminent érudit néerlandais, M. le Professeur de Waard, bien connu par ses belles recherches historiques sur Beeckman et sur l'expérience barométrique. Malgré les difficultés de toutes sortes que rencontrent à l'heure actuelle les publications de pure érudition, elle a pu mener à bien une grande partie de la tâche qu'elle s'était imposée.

Deux volumes ont déjà paru. Le tome I va de 1617 à 1627; il contient des lettres du Père Mersenne et d'un grand nombre de ses correspondants : Bachelier, Bernard, Bredeau, Campanella, Chastelier, Cornier, Helmont, Descartes, Dupuy, Peirex, Richelieu, etc. Dans le tome II, qui va de 1628 à 1630, on trouve en outre des lettres d'Amama, Beckman, Cornier, Gassendi, Helmont, Galilée, Rivet, Titelouze, etc.

Tout ce qui a compté au XVII[e] siècle, en cette période singulièrement féconde de l'histoire des sciences, figure dans ce recueil dont la lecture est si instructive, parfois si pittoresque et toujours attachante. Les notes abondantes dont M. de Waard a enrichi le texte, conformément aux intentions de Paul Tannery, éclairaient heureusement bien des questions embrouillées, bien des faits jusqu'ici obscurs et identifient les personnages cités dans les lettres. Ainsi que l'écrivait Gino Loria « Quiconque a étudié l'histoire des Sciences au cours du XVII[e] siècle, n'a manqué de recevoir l'impression que pour la connaître exactement et complètement rien ne pouvait mieux servir que la connaissance de la correspondance du Père Marin Mersenne ». Ainsi se trouve pleinement justifié l'effort tenace et patient qui a permis à Mme Paul Tannery de réaliser l'œuvre si ardemment souhaitée par son mari. Elle nous permettra d'associer aux noms de Paul Tannery et au sien, dans la gratitude des érudits, ceux du Professeur de Waard, de son collaborateur René Pintard, et aussi les éditeurs, MM. Beauchesne et fils qui ont assuré à l'ouvrage une présentation impeccable. Souhaitons que la publication entreprise puisse être menée à bonne fin malgré les incertitudes et les préoccupations du temps présent et que tous ceux qui s'intéressent à la mise à jour de notre si riche patrimoine spirituel aient bientôt la joie de voir paraître le tome III de la correspondance du grand Minime.

A. BOUTARIC.

Moreux (L'abbé), *Directeur de l'Observatoire de Bourges.* — **La Science mystérieuse des Pharaons.** — *1 vol. in-16 de 256 pages avec 39 figures et 8 planches hors texte. G. Doin et Cie,* 1938 (*Prix, broché :* 22 *fr.*).

Appeler à son aide toutes les sciences; dépenser pendant une longue série de siècles une somme de travaux et d'efforts convergents; améliorer sans cesse nos méthodes d'observations; perfectionner notre technique; continuer avec une lente persévérance la tâche de nos devanciers; pousser à un point inimaginable la précision des calculs et aboutir finalement à des découvertes vieilles de six mille ans, n'est-ce pas la plus décevante pensée qui puisse hanter l'esprit d'un homme de science?

Et cependant telle paraît être la conclusion qui se dégage de ce livre dont M. l'abbé Moreux vient de donner une nouvelle édition. Cette conclusion ne peut qu'être renforcée par les découvertes récentes qui montrent à quel point certains peuples de l'antiquité en étaient arrivés au point de vue scientifique.

Enfin, ce qu'il y a de plus surprenant ,ce sont les affirmations de la Genèse écrite par Moïse et qui ont précédé de plusieurs milliers d'années nos études sur l'origine du monde et sur l'histoire de notre planète.

G. D.

ACADÉMIES ET SOCIETÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Séance du 1er Mai 1939.

SCIENCES NATURELLES (*suite*).

M. **Aron Polack** : *Interprétation du phénomène le Grand-Geblewicz.* — Mlle **Germaine Cousin** : *Sur une méthode graphique pour l'analyse de l'hybridation, d'après des recherches sur diverses espèces de Grillons.* Pour séparer des populations morphologiquement proches (races ou hybrides par exemple) l'auteur utilise un tableau à double entrée ou tableau de corrélation. Le tableau doit être établi à l'aide des valeurs individuelles de deux caractères qui divergent beaucoup, en sens opposé, d'une espèce à l'autre. S'il existe des différences biométriques suffisantes entre les indices des diverses races ou espèces elles apparaîtront automatiquement dans le tableau de corrélation. On pourra ainsi évaluer les caractéristiques générales des groupes, sans ignorer pourtant les moindres variations individuelles exceptionnelles. — Mlle **Paulette Berthier** : *Variations du coefficient d'aimantation spécifique de l'oxyhémoglobine en présence de soude et d'acide chlorhydrique.* Le coefficient d'aimantation varie en fonction du temps. La présence de OHNa rend l'oxyhémoglobine diamagnétique, mais le coefficient d'aimantation augmente en fonction du temps et pour la plus faible concentration de OHNa finit par devenir positif. La présence de ClH augmente au contraire considérablement dès le début la valeur du coefficient d'aimantation, laissant l'oxyhémoglobine paramagnétique ; ce coefficient positif croît d'abord en fonction du temps passe par un maximum et décroît ensuite. — M. **Paul Meyer** : *Sur la relation entre la concentration et la pression colloïdo-osmotique du sérum sanguin.* — M. **Maurice Doladilhe** : *Contribution au problème de l'extraction de l'hémolysine.* D'un sérum dont la protéine visqueuse a été stabilisée par le chauffage, on peut extraire une protéine sensiblement différente de la globuline et de l'albumine. Dans le cas de l'immunsérum hémolytique cette protéine possède les propriétés de l'hémolysine — MM. **Marius Piéry, Jean Anselme, Carlos Peschiera** et **Paul Donjon** : *Etude expérimentale de l'influence biologique d'un séjour prolongé à l'altitude. Les modifications hépatiques et musculaires.* Après un séjour de 6 mois à 3.457 m. on observe : 1° chez les Oies, un abaissement très net du fer musculaire et un abaissement léger du fer hépatique. Dès l'arrivée à l'altitude, le système hématopoiétique augmente ses exigences en fer pour réaliser une quantité plus grande d'hémoglobine; d'où les abaissements tissulaires constatés. 2° Chez les Lapins on note une égalité du fer musculaire et une augmentation du fer hépatique. Il s'agit là sans doute d'une réaction secondaire des tissus qui,

après un séjour prolongé, rehausse leur teneur et dépasse même les chiffres normaux. La compensation se ferait donc plus rapidement chez le Mammifère que chez l'Oiseau.

Séance du 8 Mai 1939.

M. **M. Tiffeneau** est élu membre de la Section de Chimie.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **J. Chazy** : *Sur la valeur à l'infini des solutions de certaines équationsdifférentielles.* — **G Giraud** : *Sur un type de problèmes relatifs aux équations du type elliptique à deux variables indépendantes.* — **M. Krasner** : *Sur le théorème de Fermat.* — **E. J. Gumbel** : *La durée de retour, mesure de l'indépendance.* — **S. Cherubino** : *Sur l'indice de Kronecker et les correspondances algébriques entre courbes.* — **L. Bers** : *Sur les valeurs limites des fonctions analytiques de deux variables complexes dans les domaines possédant une surface frontière remarquable.* — **H. Guillemet** : *Influence du mouvement périodique transversal du bord d'attaque d'une aile d'avion sur la réaction exercée par le fluide.* — **R. Leduc** et **J. Villey** : *Sur l'écoulement permanent limité d'un courant d'air autour d'une source.* — **J. Dufay** et **J. Gauzit** : *Application des interférences à l'étude des spectres stellaires.* Cette méthode peut servir à la mesure précise des longueurs d'onde dans les spectres stellaires et à l'étude photométrique du contour des raies. — **J. Mariani** : *Une interprétation géométrique du spin.* — **G. Biben** : *Sur l'intégration de l'équation de M. De Donder.*

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **Ch. Mauguin** et **J. Laval** : *Réseau de Fourier et agitation thermique.* — **D. Dervichian** et **M Joly** : *Transformations d'ordres supérieurs dans les couches monomoléculaires.* L'aire correspondant à un changement de phase ordinaire devient un point de discontinuité d'ordre supérieur dans la phase qui existe dans un domaine de températures plus élevées. — **L. Agostini** : *Un appareil de mesure des chaleurs spécifiques des gaz opérant sur de très petits débits gazeux.* — Mlle **M. Moreau-Hanot** : *Transport de charges électriques par gouttelettes.* Ce procedé est susceptible de fournir un courant important. — **A. Marsat** : *Quelques conséquences de la diffusion de la lumière par les corpuscules en suspension dans l'atmosphère.* — Mlle **S. Veil** : *Sur des périodicités de Liesegang obtenues par attaque, dans la gélatine, de suspensions solides grossières.* — **A. Portevin** et **H. Jollivet** : *Sur le caractère spécifique des structures formées dans la décomposition fractionnée des austénites au refroidissement en fonction de la température du séjour isotherme.* — **M. Mousseron** et **R. Granger** : *Sur quelques acides, alcools et aldéhydes alicycliques stéréoisomères optiquement actifs.* — **G. Darzens** : *Action des solutions aqueuses d'ammoniaque sur les dérivés halogènes. Nouvelle méthode de préparation de diamines aliphatiques* — **R. Vieillefosse** : *Mécanisme de la formation du dichlorure sulfacétique : anhydrides-chlorures polymoléculaires de l'acide sulfoacétique.* — **F. Salmon-Legagneur** : *Sur l'acide α α-diphénylsuccinique.* — **P. Fleury** et Mlle **R. Boisson** : *Action de l'acide periodique sur l'acétone et sur la diéthylcétone.* — **J. Laval** : *Diffusion des rayons X par les cristaux en dehors des directions de réflexion sélective.*

Séance du 15 Mai 1939.

M. **W. L. Bragg** est élu Correspondant pour la Section de Minéralogie.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **J. Devisme** : *Sur les tétraèdres de l'espace attaché à l'équation de M. Pierre Humbert.* — **V. A. Kostitzin** : *Sur les équations intégrodifférentielles de la théorie de l'action toxique du milieu.* — **D. Dugué** : *Sur les fonctions méromorphes transformées de Fourier de fonctions monotones.* — **A. Pleijel** : *Sur les propriétés asymptotiques des fonctions propres des plaques vibrantes.* — **O. Costa de Beauregard** : *Utilisation rationnelle du parallélogramme articulé comme balance de traînée et portance.* — **H. Pailloux** : *Sur l'enveloppe des surfaces liées à un solide en mouvement.* — **R. Bartholeyns** : *Nouvelle liste d'étoiles appartenant au courant de la Grande Ourse.* — **J. Coulomb** et **G. Dugast** : *Sur l'intervalle de temps entre les éruptions solaires et les orages magnétiques.* L'intervalle de 26 heures environ trouvé par Hale entre éruption et orage magnétique paraît valable pour les orages à début brusque ne présentant pas une intensité exceptionnelle.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. Barbaron** : *Sur la variation du module d'Young du fer aux basses températures.* Variation prononcée à — 40° C. — **R. Guillien** : *Sur la constante diélectrique des sels halogénés d'ammonium.* — **Choong Shin-Piaw** : *Spectres d'absorption ultraviolets des vapeurs de l'acide salicylique et du salicylate de lithium.* — **A. Hautot** et **H. Sauvenier** : *L'effet Auger et les raies d'émission L.* — **J. P. Mathieu** et **M. Ronayette** : *Propriétés optiques et structure du camphre cyané.* — **G. Destriau** et **G. Loudette** : *Influence du champ électrique sur la forme des bandes d'émission en électro-photoluminescence.* — **G. Duch** : *Sur un curieux effet de biréfringence dynamique obtenu pendant l'extension d'un film liquide.* — **F. Perrin** : *Calcul relatif aux conditions éventuelles de transmutation en chaîne de l'uranium.* — **R. Amiot** : *Représentation et interprétation des résultats relatifs à l'adsorption de diverses classes de composés organiques par le charbon en solution aqueuse.* — **M. Mordechai, Bobtelsky** et **B. Kirson** : *Décomposition catalytique de l'eau oxygénée en présence du citrate de fer.* — **H. Moureu, A.-M. de Ficquelmont, M. Magat** et **G. Wetroff** : *Sur la structure du pentachlorure de phosphore en relation avec l'encombrement stérique des atomes.* — Mme **A. Demassieux** et **B. Fedoroff** : *Sur la déshydratation du sulfate double de magnésium et de potassium.* — **G. Le Clerc** et **A. Michel** : *Préparation et propriétés de la forme hexagonale du nickel.* Après quelques jours de recuit à 170°; le nickel cubique, obtenu par réduction de NiO, se transforme dans une variété hexagonale, non ferromagnétique. — Mlle **M. Murger** et **Y. Doucet** : *Sur la préparation du dihydrate $MoO^3.2H^2O$ et sa cryoscopie en solution aqueuse.* — **D. Duveen** et **A. Willemart** : *Le diphényl — 9 : 11 bis — (biphényl) — 10 : 12 — naphtacène : Son photo oxyde.* — **Ch. Prévost** : *Sur les hexadiènes conjugués.*

Le Gérant : Gaston DOIN

Sté Gle d Imp. et Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 1-40.